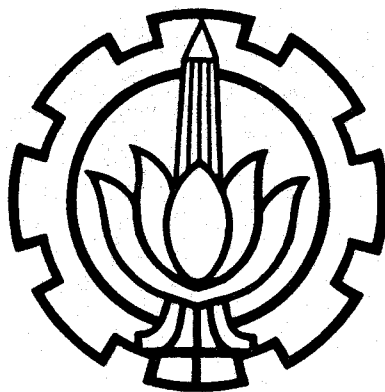


3444/TS/H/91 ✓

STUDI PENGKAJIAN SISTEM CORDLESS TELEPHONE DAN PROSPEK PERKEMBANGANNYA



Oleh :

Lukuh Pribadijanto

NRP. 2852200411

PSE
621.385
POT
S-1
1990

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

STUDI PENGKAJIAN SISTEM CORDLESS TELEPHONE DAN PROSPEK PERKEMBANGANNYA

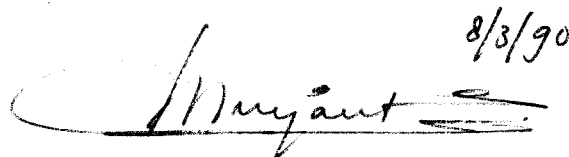
TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Elektro**

Pada

**Bidang Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing**

 8/3/90

DR. Ir. AGUS MULYANTO

S U R A B A Y A

PEBRUARI, 1990

ABSTRAK

Teknologi telekomunikasi, khususnya telepon menunjukkan adanya peningkatan yang sangat pesat, terbukti hasil ciptaan yang lebih canggih dan dapat diandalkan sistem yang digunakan. Timbulnya Cordless Telephone (CT) bermula dari telepon radio yang dirancang untuk digunakan di dalam ruang (indoor), seperti di dalam rumah, gedung, atau suatu instansi.

Di dalam tugas ini, akan dikaji sistem Cordless Telephone yang menggunakan udara sebagai media transmisi. Alat ini mempunyai dua bagian, yaitu Fixed Set (FS) yang basenya dihubungkan ke saluran pelanggan dan Portable Set (PS) yang menggunakan radio untuk komunikasi dengan FS. Masing-masing FS dan PS mempunyai unit receiver dan unit transmitter dengan power transmisi dalam orde milliwatt, sehingga radius antara FS dan PS relatif pendek. Band frekuensi yang digunakan untuk transmisi antara FS dan PS adalah VHF/UHF.

Di dalam perkembangannya, timbul pemikiran untuk meningkatkan kapasitas pemakai dan memperbaiki penampilan sistem Cordless Telephone. Teknik yang digunakan untuk menambah jumlah pemakai adalah teknik Multi Channel Access (MCA), Multi Channel Zone Access (MCZA), Desentralisasi MCA dan Struktur Microcellular. Sedangkan penampilan sistem yang baik dapat dilakukan perhitungan secara statistik yang bertujuan untuk menekan adanya sinyal fading dan interferensi.

Dari hasil studi ini, dapat diambil kesimpulan tentang CT. CT merupakan telepon radio yang dirancang dengan power transmisi 1 mW sampai 10 mW dan radiusnya 10 meter - 200 meter. Karakteristik propagasi di dalam rumah atau kantor mempunyai jarak maksimum 200 meter antara transmitter dan receiver. Hasil perhitungan statistik menunjukkan, bahwa kanal bebas memiliki probabilitas fading antara 1 % sampai 2 %, sehingga multipath marginnya 20 dB. Sedangkan interferensi dapat diatasi dengan mengetahui jumlah kanal yang diperlukan. Dengan mengetahui jumlah kanal tersebut, maka alokasi frekuensi CT dapat ditentukan. Untuk tahun yang akan datang, CT dapat digunakan di dalam maupun di luar ruang.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kehadiran ALLAH SWT, karena dengan segala kehendaknya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku Tugas Akhir yang berjudul :

**" STUDI PENGKAJIAN SISTEM CORDLESS TELEPHONE
DAN PROSPEK PERKEMBANGANNYA "**

Jumlah satuan kredit yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa sebanyak 160 SKS, sedangkan Tugas Akhir ini mempunyai beban kredit 7 SKS. Hal ini harus diselesaikan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Segala usaha telah penulis lakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya, dan penulis berharap Tugas Akhir ini dapat dipakai sebagai pengenalan terhadap telepon radio khususnya sistem Cordless Telephone dan bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Surabaya, Maret 1990.

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya penyusunan buku Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak DR. Ir. Agus Mulyanto, selaku Dosen Pembimbing, Dosen Wali dan Koordinator Bidang Studi Teknik Telekomunikasi yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan buku Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Syariffudin Mahmudsyah M. Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro FTI ITS.
3. Segenap staf dan karyawan, khususnya bagian perpustakaan dan Laboratorium Teknik Telekomunikasi Elektro FTI ITS.
4. Rekan-rekan mahasiswa atau mahasiswi yang telah memberi motivasi, saran dan bantuan pada saat penulis melakukan penyusunan.
5. Bapak, Ibu yang telah banyak memberi dorongan dan doa hingga selesainya penulisan buku Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

	HALAMAN
JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
 BAB I : PENDAHULUAN	 1
I. 1 LATAR BELAKANG	1
I. 2 PERMASALAHAN	3
I. 3 PEMBATAHAN MASALAH	3
I. 4 METODOLOGI	4
I. 5 SISTEMATIKA PEMBAHASAN	4
I. 6 RELEVANSI	5
 BAB II : DASAR-DASAR SISTEM CORDLESS TELEPHONE	 6
II. 1 UMUM	6

II.2	KUALITAS SUARA	7
II.3	SISTEM RADIO	7
II.3.1	SIGNAL TO NOISE RATIO	10
II.3.2	POWER TRANSMISI	10
II.4	KOMPOSISI ZONE	13
II.4.1	KEADAAN INTERFERENSI	14
II.4.2	PENERAPAN KOMPOSISI ZONE ...	14
II.5	SINYAL KONTROL	17
II.5.1	PENCEGAHAN SALAH HUBUNGAN ..	18
II.6	KARAKTERISTIK PROPAGASI DI DALAM RUANG	18
II.6.1	KARAKTERISTIK ANTARA RUGI- RUGI PROPAGASI TERHADAP JARAK	18
II.6.2	KEADAAN FLUKTUASI KUAT MEDAN	19
II.7	KARAKTERISTIK PROPAGASI DEARAH PERKO- TAAN UNTUK JARAK PENDEK	21
II.7.1	PROPAGASI DEKAT TANAH	21
II.7.2	PROPAGASI JAUH DI ATAS TANAH.	23
II.8	RINGKASAN	25

BAB III : KANAL YANG DIINGINKAN UNTUK ALOKASI SPEK- TRUM CORDLESS TELEPHONE		26
III.1	UMUM	26
III.2	MODEL MATEMATIKA	25
III.2.1	PERBANDINGAN CARRIER, IN- TERFERENSI DAN PROTEKSI .	27

III.2.2	PENGARUH PROPAGASI RADIO .	28
III.2.3	EVALUASI PENAMPILAN SYSTEM	31
III.3	PROPAGASI MULTIPATH MARGIN DAN	
	FADING	35
III.3.1	CDF DARI M_c	35
III.3.2	CDF DARI M_c/M_i	36
III.3.3	PENGARUH DARI TRANSMISI	
	DUA ARAH DUAL FREKUENSI .	38
III.4	KETIDAKTENTUAN DALAM LOCAL MEAN ..	41
III.5	DISTRIBUSI POWER INTERFERENSI	43
III.5.1	ASUMSI	43
III.5.2	MODEL	45
III.5.3	METODE MONTE CARLO	46
III.6	HASIL PERHITUNGAN	47
BAB IV :	PERBANDINGAN ANTARA SISTEM CORDLESS	
	TELEPHONE DENGAN TELEPON MOBIL RADIO	
	CELLULAR	53
IV.1	UMUM	53
IV.2	KONSEP SISTEM	54
IV.2.1	ELEMEN DASAR	54
IV.3	KARAKTERISTIK PROPAGASI	63
IV.4	KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN	63

BAB V	: PROSPEK PERKEMBANGANNYA	65
V. 1	UMUM	65
V. 2	TEKNIK MULTI CHANNEL ACCESS (MCA)	67
V. 2. 1	KONFIGURASI SISTEM DI NEGARA JEPANG DAN ERØPAH	68
V. 2. 1. 1	KONFIGURASI SISTEM DI JEPANG	69
V. 2. 1. 2	KONFIGURASI SISTEM DI NEGARA ERAPAH	73
V. 2. 2	TRANSMISI RADIO DIGITAL	78
V. 2. 2. 1	TEKNIK MULTICHANNEL ZONE ACCESS (MCZA) DAN TEKNIK DESENTRA- LISASI	78
V. 2. 2. 2	GABUNGAN ANTARA KON- FIGURASI SISTEM DE- SENTRALISASI DAN MCZA	82
V. 3	TEKNIK DYNAMIC CHANNEL ASSIGNMENT (CDA)	84
V. 3. 1	KAPASITAS TRAFIK	85
V. 4	STRUKTUR MICROCELLULER	89
V. 5	CONTOH PERENCANAAN SISTEM	93
V. 5. 1	LANGKAH-LANGKAH PERENCANAAN	93
V. 5. 2	HASIL PERENCANAAN	96

V. 6	PERENCANAAN SISTEM UNTUK TAHUN YANG	
	AKAN DATANG	97
V. 6. 1	TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS	
	RADIO LINK	97
BAB VI :	PENUTUP	102
VI. 1	KESIMPULAN	102
VI. 2	SARAN	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN A :	GAUSSIAN PROBABILITIES	108
LAMPIRAN B :	TABEL ERLANG B	109
LAMPIRAN C :	USULAN TUGAS AKHIR	111
LAMPIRAN D :	RIWAYAT HIDUP	115

DAFTAR GAMBAR

BAMBAR	HALAMAN
2-1. DIAGRAM BLOK SISTEM CORDLESS TELEPHONE	7
2-2. DIAGRAM BLOK SISTEM RADIO	10
2-3. KARAKTERISTIK PROPAGASI RADIO DALAM RUANG ...	11
2-4. KOMPOSISI ZONE	13
2-5. HUBUNGAN LEVEL KUAT MEDAN YANG DIINGINKAN DENGAN YANG TIDAK DIINGINKAN	15
2-6. KARAKTERISTIK PROPAGASI RADIO DI LUAR RUANG ..	16
2-7. BEBERAPA JENIS SINYAL KONTROL SISTEM CORDLESS TELEPHONE	17
2-8. KURVA RUGI-RUGI PROPAGASI TERHADAP JARAK	19
2-9. DISTRIBUSI FLUKTUASI DENGAN JARAK ANTENA PE- MANCAR DAN PENERIMA 1) 3 m, 2) 15 m	20
2-10. PROPAGASI DEKAT TANAH PADA DAERAH PERKOTAAN 1) DAERAH TEMPAT TINGGAL, 2) GEDUNG. POWER TRANSMISI 5 dBm, ANTENA DIPOLE STANDARD $\frac{1}{4}$ PAN- PANJANG GELOMBANG	22
2-11. PROPAGASI JAUH DI ATAS TANAH UNTUK DAERAH PER- KOTAAN. POWER TRANSMISI 5 dBm, ANTENA DIPOLE STANDARD $\frac{1}{4}$ PANJANG GELOMBANG	24

3-1.	SYARAT BATAS PADA PROBABILITAS FADING TERHADAP MULTIPATH MARGIN	37
3-2.	SYARAT BATAS PADA PROBABILITAS FADING TERHADAP MULTIPATH MARGIN UNTUK TRANSMISI DUA ARAH FREKUENSI GANDA	40
3-3.	FUNGSI DISTRIBUSI KOMULATIF DARI S_c	42
3-4.	GEOMETRI YANG DIGUNAKAN UNTUK MEMODELKAN LOCAL MEAN DAYA INTERFERENSI	44
3-5.	DISTRIBUSI NORMALISASI LOCAL MEAN DAYA INTERFERENSI DARI PERHITUNGAN MONTE CARLO	47
3-6.	DISTRIBUSI BLOCKING PROBABILITY UNTUK 30 KANAL DAN HARGA σ YANG BERBEDA	50
3-7.	DISTRIBUSI BLOCKING PROBABILITY UNTUK $\sigma = 12$ DAN JUMLAH KANAL YANG BERBEDA	51
3-8.	LEVEL PELAYANAN TERHADAP JUMLAH KANAL UNTUK HARGA σ YANG BERBEDA DENGAN BLOCKING PROBABILITY KURANG DARI 10 %	51
3-9.	LEVEL PELAYANAN TERHADAP JUMLAH KANAL PEMAKAI YANG BERBEDA	52
4-1.	PETA CELLULAR YANG MENGGAMBARAKAN FREQUENCY RE-USE	56
4-2.	PETA CELLULAR YANG MENGGAMBARAKAN PROSES CELL SPLITTING	59
4-3.	STRUKTUR DASAR SISTEM TELEPON MOBIL CELLULAR .	60
5-1.	DIAGRAM BLOK CORDLESS TELEPHONE SYSTEM DENGAN TEKNIK MCA	69

5-2.	PROSEDUR KOMUNIKASI ANTARA FIXED SET DAN PORTABLE SET	72
5-3.	KONFIGURASI SISTEM DI NEGARA EROPAH	73
5-4a.	PROSEDUR PANGGILAN	76
5-4b.	PROSEDUR AKHIR	77
5-5.	DIAGRAM TRANSMISI MCA DAN MCZA	79
5-6.	KONSEP DARI KONFIGURASI SISTEM DESENTRALISASI MCA	80
5-7.	TEKNIK PENAMBAHAN ACCESS	81
5-8.	KONFIGURASI SISTEM DCM	83
5-9.	SYARAT BATAS ANTARA CCLS DAN DCCS UNTUK CORDLESS TELEPHONE	88
5-10	DISTRIBUSI HISTOGRAM, KUAT SINYAL RATA-RATA DAN BIT ERROR RATE	94
5-11	KURVA KUAT SINYAL YANG DITERIMA TERHADAP JARAK	96
5-12.	PERALATAN FIXED RADIO UNTUK DIGITAL PORTABLE COMMUNICATIONS	94
5-13.	BEBERAPA PEMAKAI KOMUNIKASI RADIO YANG DIHUBUNGAN KE KANTOR SENTRAL	94
5-14.	TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS RADIO LINK ...	95

DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
2-1. RENCANA SISTEM RADIO	9
2-2. FAKTOR PERHITUNGAN POWER TRANSMISI	12
4-1. PERBANDINGAN ASPEK OPERASIONAL STKB CELLULAR DAN CORDLESS TELEPHONE	61
4-2. PERBANDINGAN KARAKTERISTIK STKB CELLULAR DAN CORDLESS TELEPHONE	62
5-1. KARAKTERISTIK SISTEM CT DI NEGARA JEPANG DAN EROPAH	68
5-2. RENCANA SISTEM MULTIZONE DESENTRALISASI	83
5-3. KERAPATAN CORDLESS TELEPHONE DAN TRAFIK	91
5-4. DAERAH LIPUTAN DAN GRADIENT	95

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Timbulnya gagasan adanya sistem Cordless Telephone, bermula dari telepon radio yang menginginkan penggunaannya di dalam ruang. Seperti di dalam rumah, gedung-gedung, kantor-kantor atau suatu instansi. Selain itu, setiap manusia ingin berkomunikasi dengan manusia lain dengan mudah dan praktis yang tidak terikat oleh lokasi tertentu dan dapat berhubungan kapan saja. Hadirnya sistem komunikasi yang dapat bergerak atau tidak tetap pada satu tempat untuk berkomunikasi dengan yang dituju, seperti mobile radio telephone, radio paging, maritime radio telephone yang mempunyai band VHF dan UHF, merupakan kenyataan bahwa dunia komunikasi menunjukkan adanya peningkatan yang semakin canggih. Sistem Cordless Telephone merupakan peningkatan pelayanan yang diberikan kepada manusia, agar dapat melakukan kontak dengan yang diinginkan seefisien mungkin. Alat ini terdiri dari Fixed Set (FS) yang basenya dihubungkan ke saluran telepon biasa dan Portable Set (PS) yang mudah dibawa. Keduanya memiliki unit transmitter dan receiver. Untuk masa yang akan datang, memungkinkan seseorang untuk memanggil setiap

orang dimana mana dan dalam waktu yang tidak terikat (sesuai dengan yang dikehendakinya), mungkin merupakan salah satu dari impian umat manusia.

Sebagai satu tingkatan terhadap portable set, NTT (Nippon Telegraph and Telephone) telah meningkatkan dalam penelitiannya sejak tahun 1965. Sistem Cordless Telephone adalah sistem telepon radio yang diletakkan di dalam ruang, dan dihubungkan ke saluran telepon biasa serta menggunakan radio sehingga portable set yang dapat dengan bebas dibawa dan digunakan di mana saja tetapi dalam area yang terbatas (50 meter). Pada tahun 1973, telah diperkenalkan dalam pameran sistem Cordless Telephone sebagai telepon, yang menginginkan pemasangannya pada saluran telepon biasa.

Menurut hasil penelitian, ada perkembangan yang baik dalam permintaan adanya sistem Cordless Telephone yang dapat diletakkan dalam rumah-rumah atau kantor-kantor. Untuk memenuhi permintaan itu, type baru dari alat ini telah ditingkatkan di dalam penggunaannya, yang dapat mengembangkan komposisi zone radio, sinyal kontrol, karakteristik propagasi, dan pemakaian daya. Dari tahun ke tahun perkembangan pada sistem ini mengalami perkembangan yang sangat pesat, hingga muncul teknologi baru dengan menggunakan stasiun pengulang untuk memperjauh jarak komunikasi antara Fixed set dan Portable Set. Hal ini dikarenakan oleh keinginan manusia untuk dapat berhubungan dan dihubungi di mana saja.

1.2 PERMASALAHAN

Di dalam tugas akhir ini, akan dikaji tentang teknologi sistem dan Cordless Telephone serta prospek perkembangannya.

Di dalam perkembangannya, timbul teknik teknik baru yang mendukung perbaikan penggunaan sistem ini. Munculnya teknik baru ini, disebabkan adanya tuntutan manusia yang ingin berkomunikasi secara cepat dan praktis, baik di dalam ruang (rumah, kantor, gedung) ataupun di luar ruang.

Pada transmisi antara Fixed Set dan Portable Set terdapat adanya fading dan interferensi yang mempengaruhi sinyal di bagian penerima. Sehingga perlu dicari memecahannya, agar diperoleh informasi yang baik.

1.3. PEMBATAAN MASALAH

Permasalahan dalam pengkajian ini, akan dibatasi pada :

- Sistem pada Cordless Telephone, yang meliputi kualitas suara, sistem radio, komposisi zone, sinyal kontrol, karakteristik propagasi di dalam ruang dan area perkotaan.
- Rugi-rugi propagasi yang terjadi antara Portable Set dan Fixed Set disebabkan oleh adanya fading dan interferensi. Perhitungan secara statistik melalui

model matematika dan teori probabilitas diperlukan untuk mengatasi gangguan tersebut.

- Teknik - teknik multichannel Acces (MCA), teknik microcelluler pada Cordless Telephone, dan perbandingan antara Cordless Telephone dengan telepon radio mobil, khususnya radio celluler.

1.4 METODOLOGI

Pembahasan yang dilakukan dalam tugas akhir ini, bersifat studi literatur yang berasal dari jurnal, laporan, dan buku - buku. Selanjutnya diadakan suatu analisa data dan perhitungan-perhitungan dari data yang ada.

Setelah membahas sistem Cordless Telephone ini, kemudian membandingkan dengan teknik-teknik pada telepon radio lainnya.

1.5 SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Di dalam tugas ini, akan dibagi menjadi beberapa bab. Bab 1 pendahuluan, yang menerangkan latar belakang timbulnya sistem Cordless Telephone hingga perkembangannya. Bab 2 tentang sistem Cordless Telephone secara umum. Dalam bab 3 dibahas tentang model matematika, probabilitas multipath margin dan fading.

Bab 4 adalah perbandingan antara Cordless Telephone dengan telephone mobil radio celluler.

Sedangkan bab 5 akan dibahas teknik-teknik multichannel acces, teknik - teknik microcelluler dan perencanaan sistem untuk menghadapi ISDN.

Bab 6 adalah penutup yang berisi kesimpulan dan saran.

1.6 RELEVANSI

Dari studi pengkajian ini, diharapkan dapat meningkatkan teknologi telekomunikasi, khususnya dibidang telepon radio.

Diharapkan pula dapat mengatasi serta memperbaiki kelemahan-kelemahan yang ada pada sistem ini.

BAB II

DASAR-DASAR SISTEM CORDLESS TELEPHONE

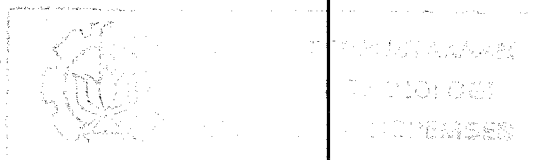
II.1 UMUM

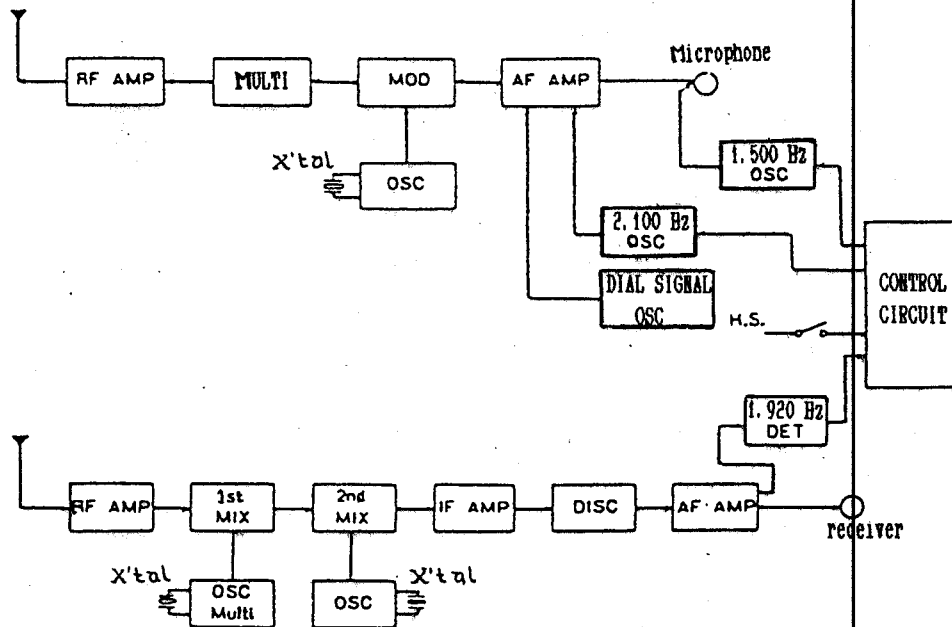
Sistem Cordless Telephone adalah sistem telepon radio yang terdiri dari 2 bagian yaitu Fixed Set (FS) yang basenya dihubungkan ke saluran telepon biasa dan Portable Set (PS) yang mempunyai hubungan radio dengan FS. Radius antara PS dan FS terbatas pada jarak tertentu \pm 50 meter.

Seperti pada telepon biasa, sistem Cordless Telephone dirancang untuk memberikan operasi duplex dan dapat dihubungkan ke sentral-sentral telepon agar dapat berkomunikasi dengan pelanggan lain. Dengan demikian timbulnya teknologi ini, tanpa merubah sistem yang sudah ada di dalam sentral.

Blok diagram dari sistem Cordless Telephone dapat ditunjukkan pada gambar 2-1 .

Sistem terdiri dari fixed set dan portable set, yang keduanya memiliki unit transmitter dan receiver. Karena operasi sistem ini sama dengan sistem yang terdapat pada telepon biasa, maka setiap pelanggan dapat menerima pelayanan yang sama.





GAMBAR 2-11)

DIAGRAM BLOK SISTEM CORDLESS TELEPHONE

11.2 KUALITAS SUARA

Kualitas suara dari sistem Cordless Telephone dirancang untuk tidak berlainan dengan sistem telepon biasa. Untuk mendapatkan suara yang baik, maka, artikulasi suara harus diatas 80 % .

11.3 SISTEM RADIO

Perbedaan dua frekuensi untuk pengiriman dan penerimaan sinyal, dialokasikan untuk setiap Cordless Telephone. Frekuensi ini dipilih dan dialokasikan dalam band VHF dan di bawah UHF.

1) M. Komura, H. Shiroie, "Cordless Telephone System", Japan Telecommun Rev, Vol 15, No 4, 1973, Hal 259.

Diagram blok sistem radio pada sistem Cordless Telephone dapat ditunjukkan pada gambar 2-2. Frekuensi kerja Fixed Set lebih besar dari pada frekuensi Portable Set. hal ini direncanakan agar tidak terjadi interferensi.

Sistem Cordless Telephone di setiap negara memiliki band frekuensi yang berbeda-beda, karena belum ada standard penggunaan band frekuensi. Di Negara Jepang, Nippon Telegraph and Telephone (NTT) menggunakan band frekuensi 250/380 MHz dan 250/400 MHz masing-masing untuk Portable Set dan Fixed Set. Sedangkan di Negara Inggris, United Kingdom (UK) menggunakan band frekuensi 864-868 MHz.

Jarak komunikasi antara Fixed Set (FS) dan Portable Set (PS) adalah relatif pendek, maka dari itu power transmisi baik untuk pemancar fixed set maupun portable set dirancang kecil yaitu 3 mW. Sedangkan kuat medan dipilih kurang dari 15 $\mu\text{V/m}$ pada titik yang berjarak 100 meter antara FS dan PS.

Pada pembahasan ini tidak hanya untuk portable set, tetapi juga untuk fixed set serta dirancang hanya untuk emisi power transmisi yang diperlukan selama set time (lamanya hubungan kanal radio dan panggilan). Maka dari itu, probabilitas interferensi pada kanal yang sama dapat diperkecil dengan perbandingan waktu (time ratio) dan peningkatan efisiensi penggunaan frekuensi radio.

Data dari sistem radio untuk analog Cordless Telephone ini dapat ditunjukkan pada tabel 2-1.

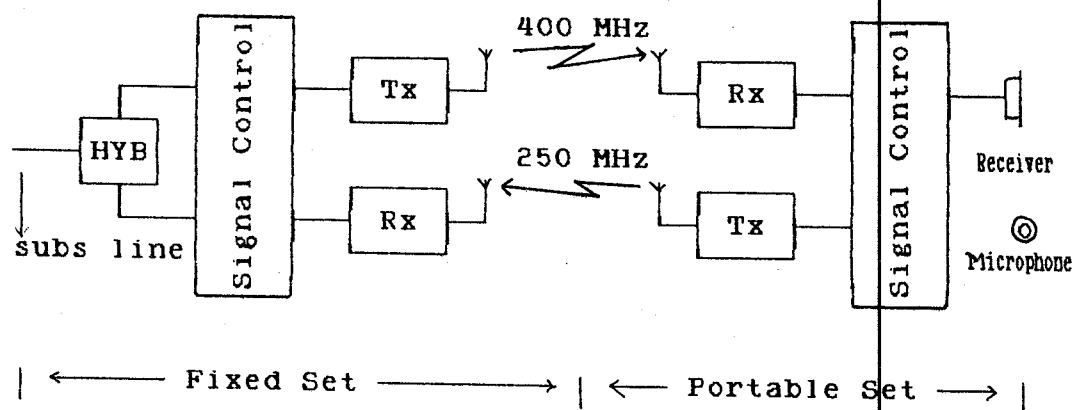
GAMBAR 2-2²⁾

DIAGRAM BLOK SISTEM RADIO

TABEL 2-1²⁾

RENCANA SYSTEM RADIO

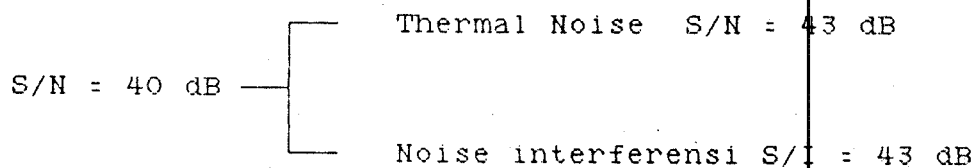
Item	Features
Radio Frequencies	VHF / UHF
Channel Separation	25 kHz
Modulation	PH { <ul style="list-style-type: none"> Standard deviation : 3.5 kHz Maximum deviation : 5 kHz
Transmitting mode	Transmission only for duration of channel connection and call
Receiving mode	Fixed set receiving mode : All the time Portable set receiving mode : Intermittent
Transmission power	About 3mW for both portable set and fixed set

²⁾ H. Komura, et al, "New Cordless Telephone System", Japan Telecommun Rev, Vol 19, No 1, 1977, hal 70.

11.3.1 SIGNAL TO NOISE RATIO (S/N)

Agar percakapan dapat berlangsung dengan baik, maka S/N harus lebih dari 40 dB. Hubungan akan terputus secara otomatis, bila S/N kanal radio dibawah 40 dB. Seperti halnya kualitas suara yang mempunyai artikulasi suara diatas 80%.

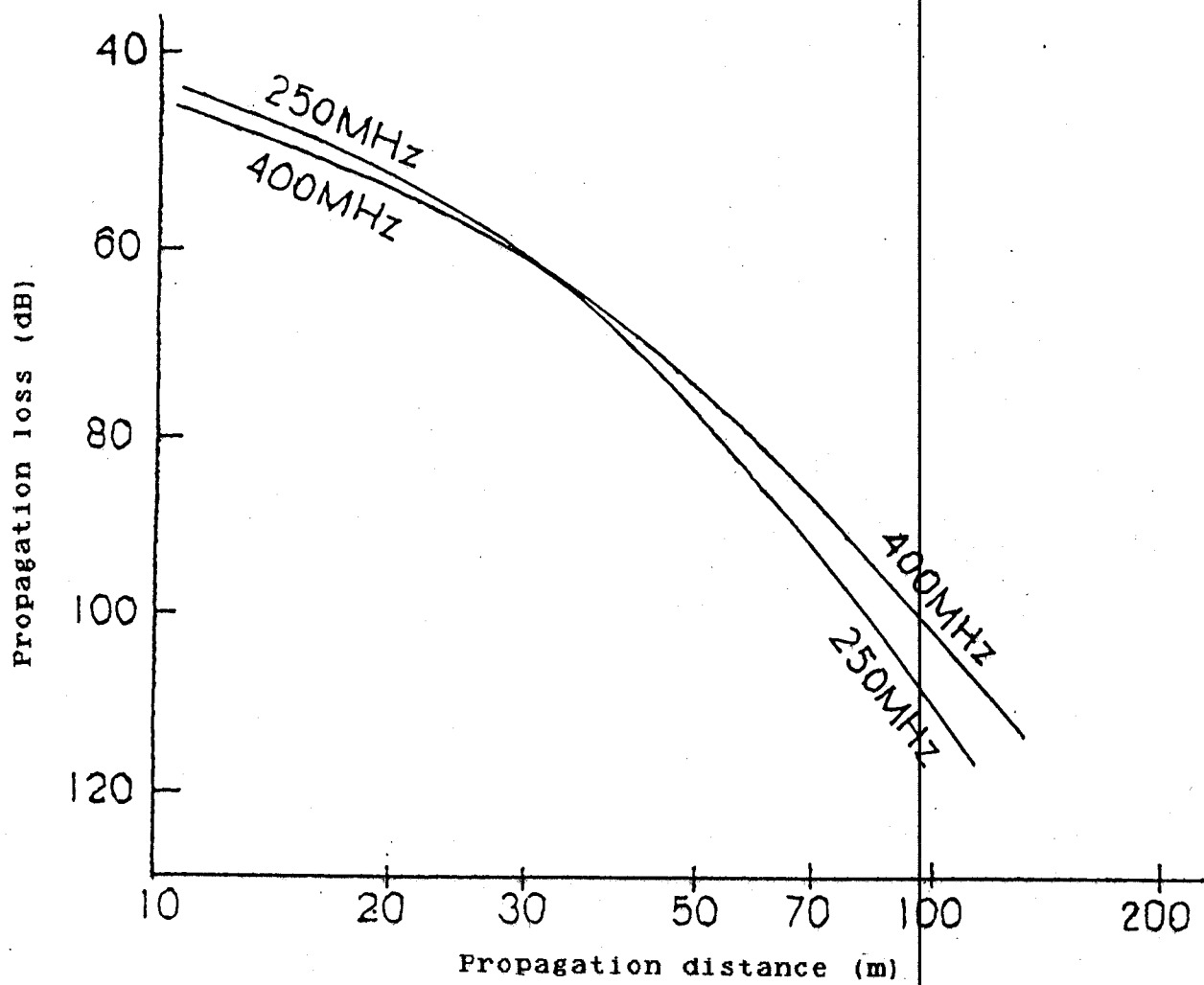
Distribusi dari signal to noise ratio ditunjukkan sebagai berikut :



11.3.2 POWER TRANSMISI

Karakteristik propagasi radio di dalam ruang, tergantung dari pada besarnya bangunan dan kondisi internal dalam ruang. Karena penggunaan Cordless Telephone berada di dalam rumah, kantor atau gedung, maka karakteristik propagasi radio akan berbeda untuk bermacam-macam bentuk bangunan.

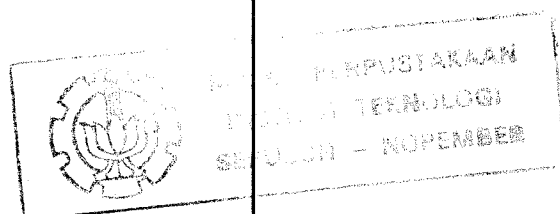
Berdasarkan hasil uji propagasi radio, kurva kerugian propagasi radio ditunjukkan pada gambar 2-3 yang dipilih sebagai standard dalam rumah-rumah atau kantor-kantor.



GAMBAR 2-33)

KARAKTERISTIK PROPAGASI RADIO DALAM RUANG

3) Ibid, hal 70.



Pada tabel 2-2 ditunjukkan faktor-faktor yang mempengaruhi dalam perencanaan perhitungan power transmisi 3 mW.

TABEL 2-2⁴⁾

FAKTOR PERHITUNGAN POWER TRANSMISI

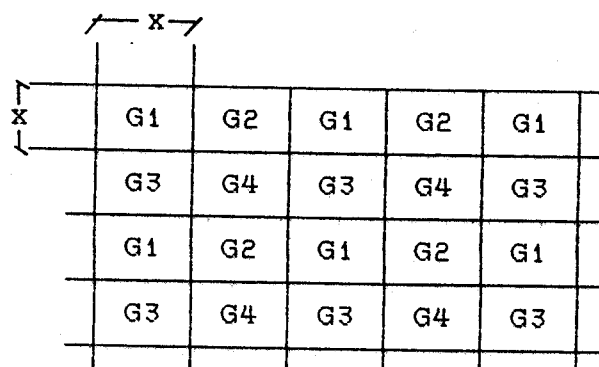
Factors		design Value
Required receiving voltage to ensure S/N = 43 dB		26 dB μ
Sensibility degradation by city noise		3 dB
Standard radio propagation loss at the edge of a service area		52 dB
Antenna gain	Fixed set	8 dB
	Portable set	11 dB
Field strength variation margin		15 dB
Maintenance margin		3 dB

Pada tabel 2-2 dapat diketahui, untuk memperoleh power transmisi 3 mW diperlukan gain antenna pemancar FS 8 dB dan gain antenna penerima PS 11 dB. Rugi-rugi propagasi yang terjadi adalah 52 dB dan 3 dB. Untuk menghasilkan S/N = 43 dB, maka level sinyal harus 26 dB μ .

⁴⁾ Ibid, hal 71.

11.4 KOMPOSISI ZONE

Frekuensi radio yang digunakan untuk sistem ini dibagi kedalam 4 grup frekuensi (G1-G4). Setiap group frekuensi digunakan kedalam zone persegi X(m) dan disusun seperti pada gambar 2-4. Fixed set menggunakan frekuensi radio tertentu dan digunakan pada zone yang sesuai serta dapat dipasang ke dalam rumah atau kantor.



GAMBAR 2-4⁵⁾

KOMPOSISI ZONE

Seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2-4, pemisahan tertentu pada frekuensi yang sama dapat digunakan dengan cepat sesuai dengan panjang dari zone X(m). Hal ini merupakan keputusan dari data pada cochannel interference.

⁵⁾ Ibid, hal 71.

11.4.1 KEADAAN INTERFERENSI

Gangguan dari suatu sistem, didominasi oleh cochannel interference yang berasal dari penggunaan ulang pada frekuensi yang sama.

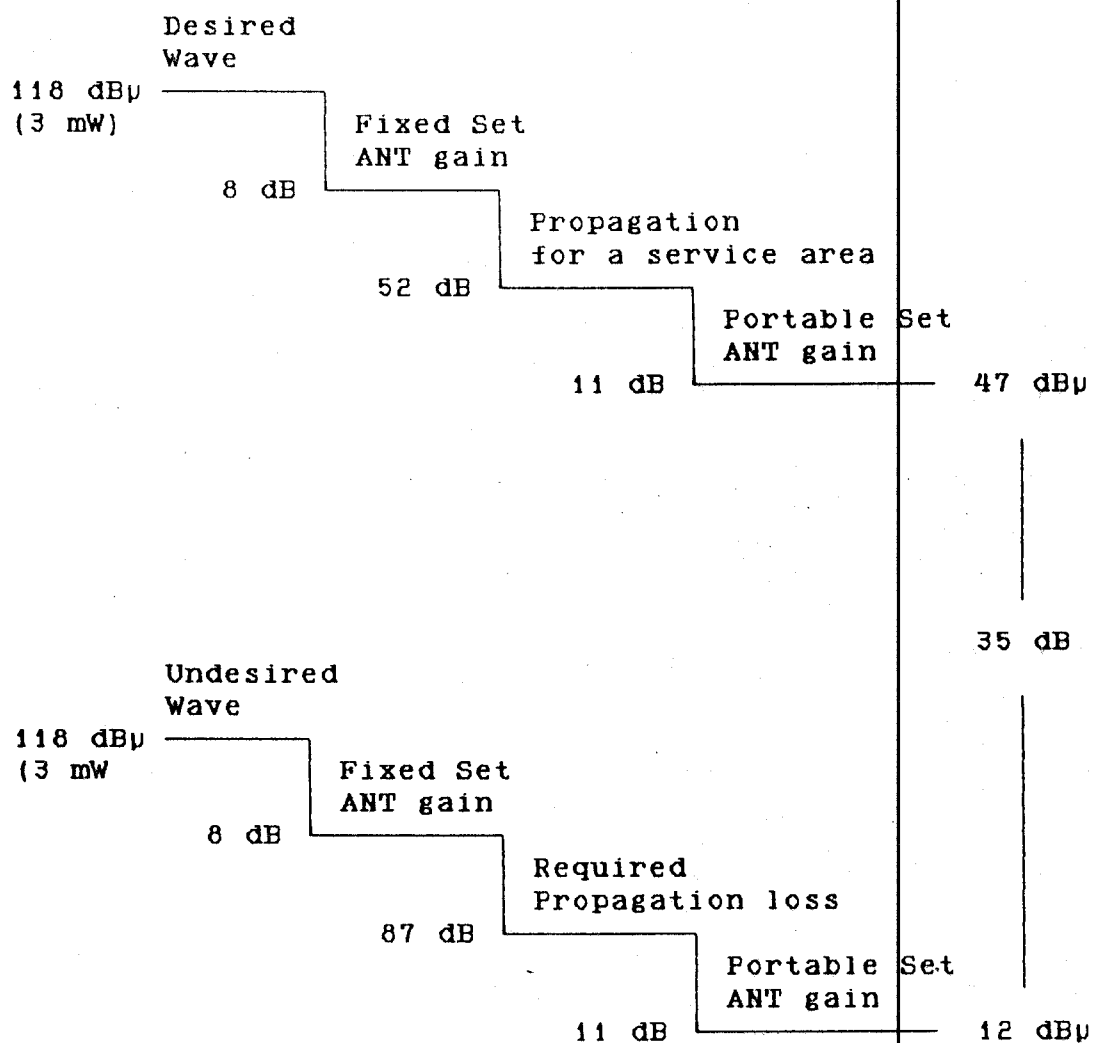
Pengukuran dari probabilitas interferensi yang dikarenakan oleh transmisi radio, akan dibahas pada bab 3. Penambahan variasi kuat medan dari kedua Gelombang radio yang diinginkan dengan yang tidak diinginkan, dapat dinyatakan dalam distribusi rayleigh. Perbandingan yang dikehendaki antara yang diinginkan (Desired) dengan yang tidak diinginkan (undesired) atau D/U adalah lebih dari 35 dB, dan S/I \geq 43 dB, yang telah didistribusikan pada bagian II.3.1. Hubungan level dari yang diinginkan dengan yang tidak diinginkan, ditunjukkan dalam gambar 2-5.

Rugi-rugi dari gelombang yang tidak dikehendaki adalah lebih dari 87 dB. Dengan kata lain, pemancar radio dari Cordless Telephone lain diusahakan dipasang cukup jauh yaitu diluar radius dari Cordless Telephone yang diinginkan.

11.4.2 PENERAPAN KOMPOSISI ZONE

Di dalam penerapan sistem komposisi zone, panjang 2 zone digabung, sebab karakteristik propagasinya mempunyai perbedaan tertentu, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2-6. Hal itu merupakan salah satu dari penggunaan

Cordless Telephone untuk propagasi dekat tanah (zone yang lebih rendah) dan propagasi jauh diatas tanah (zone yang lebih tinggi).



GAMBAR 2-5⁶⁾

HUBUNGAN LEVEL KUAT MEDAN YANG DIINGINKAN
DENGAN YANG TIDAK DINGINKAN

⁶⁾ Ibid, hal 71.

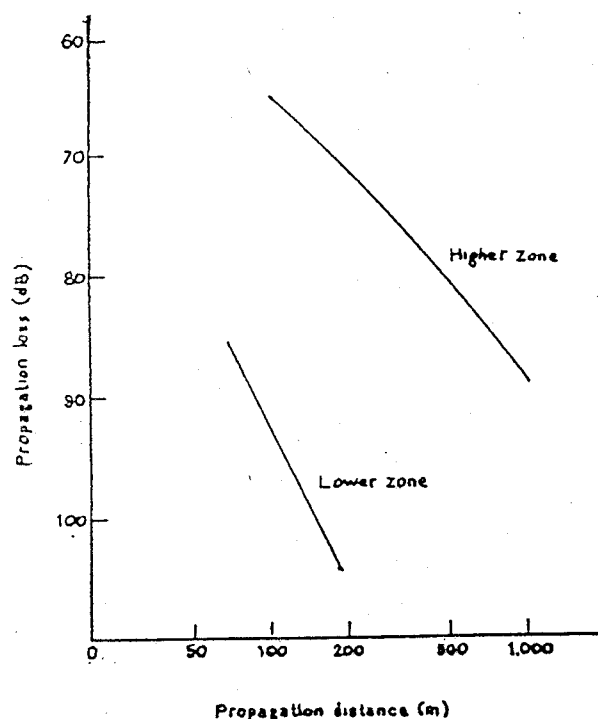
Frekuensi radio diklasifikasikan kedalam dua group dan ditetapkan pada zone rendah atau zone tinggi.

(1) Zone yang Rendah

Zone ini dapat diterapkan , dimana Cordless Telephone digunakan pada gedung di lantai dua atau lebih rendah. Sedangkan panjangnya dari zone ini $X(m)$ adalah 150 meter.

(2) Zone yang tinggi

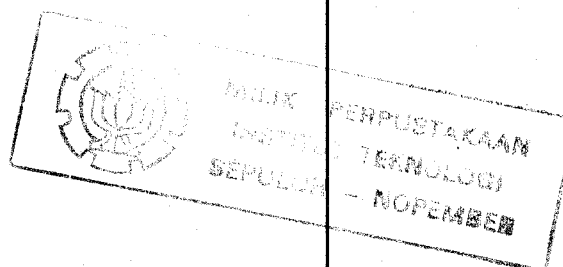
Zone ini dapat digunakan pada gedung bertingkat lebih dari tiga. Perbedaan dalam karakteristik propagasi pada ketinggian tertentu adalah cukup kecil, sehingga memungkinkan operasi untuk propagasi pada lantai tiga dapat digunakan sebagai komposisi zone pertama.



GAMBAR 2-67)

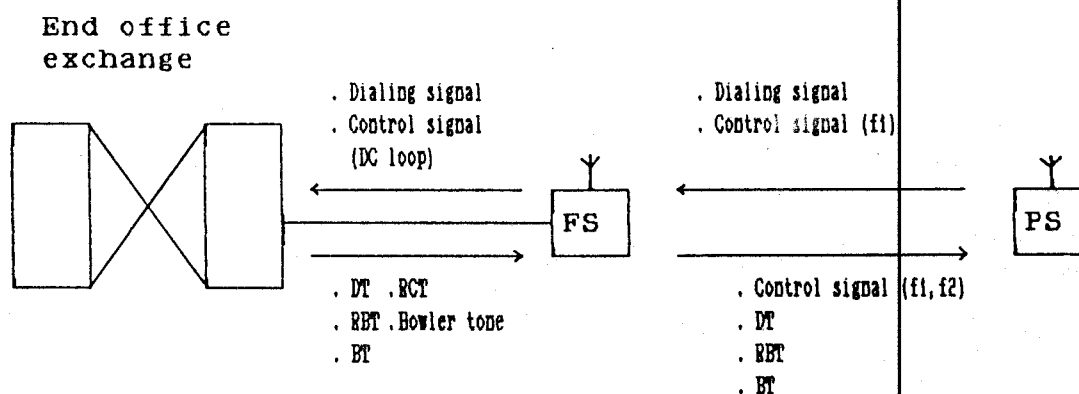
KARAKTERISTIK PROPAGASI RADIO DI LUAR RUANG

⁷⁾ Ibid, hal 72.



11.5 SINYAL KONTROL

Berbagai jenis sinyal kontrol di dalam sistem Cordless Telephone dapat ditunjukkan dalam gambar 2-7. Untuk sinyal kontrol radio, metode sinyal kontrol tone dipilih dari stabilitas sinyal kontrol yang berlawanan dengan variasi kuat medan. Sinyal tone f_1 dan f_2 dikirim paralel dari Fixed Set (FS) dan digunakan sebagai panggilan masuk (call incoming), membedakan atau memutuskan hubungan. Sedangkan sinyal tone f_3 dikirim dari Portable Set (PS) dan digunakan sebagai sinyal panggilan (originating), jawaban (answering), membedakan atau memutuskan sinyal.



GAMBAR 2-7⁸⁾

BEBERAPA JENIS SINYAL KONTROL CORDLESS TELEPHONE SYSTEM

⁸⁾ Ibid, hal 72.

11.5.1 PENCEGAHAN SALAH HUBUNGAN

Kombinasi dari sinyal kontrol f_1 , f_2 dan f_3 digunakan untuk setiap Portable Set (PS) dan Fixed Set (FS). Hal ini dipakai untuk menghindari adanya salah hubungan antara PS dan FS yang bukan pasangannya. Dengan kata lain, hubungan radio antara PS dan FS yang sesuai dapat dilakukan jika kombinasi dari sinyal kontrol f_1 , f_2 dan f_3 memiliki identitas yang sama.

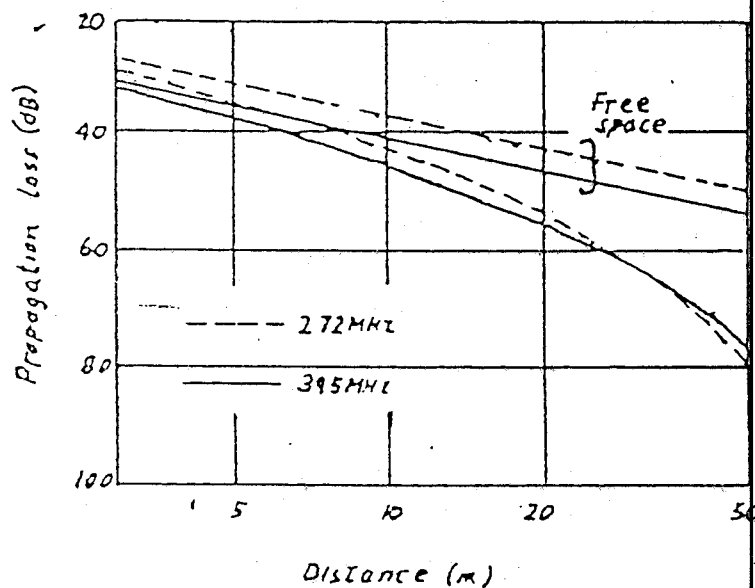
11.6 KARAKTERISTIK PROPAGASI DI DALAM RUANG

11.6.1 KARAKTERISTIK ANTARA RUGI-RUGI PROPAGASI TERHADAP JARAK

Seperti yang telah diketahui, bahwa Cordless Telephone digunakan di dalam rumah, kantor atau gedung. Data karakteristik propagasi di dalam ruang (indoor) dapat digunakan untuk menentukan perghitungan besar kecilnya power transmisi. Pada gambar 2-8 akan ditunjukkan kurva jarak terhadap rugi-rugi propagasi indoor yaitu untuk propagasi jarak sedang (10 meter - 50 meter). Dari grafik ini terlihat, bahwa makin besar jarak antara Portable Set (PS) terhadap Fixed Set (FS) makin besar pula rugi-rugi propagasinya.

Kurva rugi-rugi propagasi jarak sedang dalam gambar 2-8 menunjukkan bahwa untuk propagasi ruang bebas pada jarak 10 meter, rugi-rugi akan bertambah. Dan semakin

bertambah besar bila jarak antara Portable Set dan Fixed Set antara 10 m sampai 50 m.



GAMBAR 2-89)

KURVA RUGI-RUGI PROPAGASI TERHADAP JARAK

Dalam hal ini, lintasan propagasi yang bebas dapat digagalkan oleh meja-meja yang terbuat dari logam, filing cabinets dan lain-lain. Maka dari itu, karakteristik propagasi dipengaruhi oleh bermacam macam hal, tergantung pada kondisi dari peralatan peralatan yang ada di dalam kantor atau rumah.

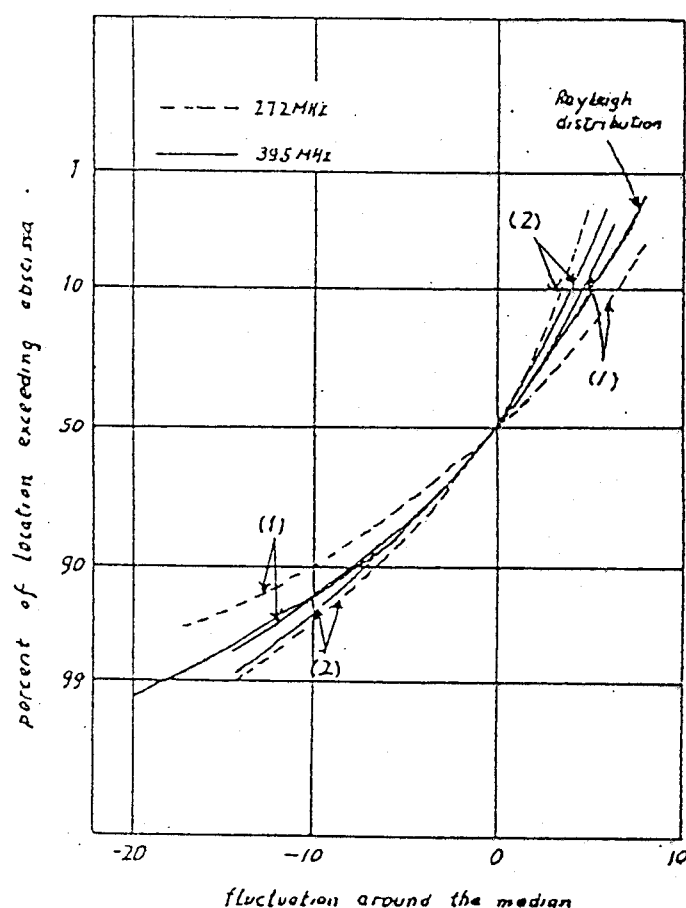
11.6.2 KEADAAN FLUKTUASI KUAT MEDAN

Lintasan propagasi dalam rumah dan kantor adalah

⁹⁾ K. Tsujimura, M. Kuwabara, "Cordless Telephone System and Its Propagation Characteristics", IEEE transactions on vehicular technology, vol. vt-26, no. 4, November 1977, hal 368.

sangat berbeda. Hal ini tergantung dari bentuk dan keadaan internalnya, sehingga fluktuasi kuat medan untuk jarak menengah disebabkan oleh pantulan (refleksi) dan penghamburan (difraksi) dari dinding, celah-celah, lantai dan lain-lain. Dari hasil penyelidikan ini fluktuasi kuat medan mempunyai distribusi yang bisa didekatkan pada distribusi Rayleigh.

Dalam gambar 2-9 ditunjukkan karakteristik fluktuasi dalam ruang untuk jarak menengah dalam kuat medan.



GAMBAR 2-9¹⁰⁾

DISTRIBUSI FLUKTUASI

JARAK ANTENA PEMANCAR DAN PENERIMA 1) 3 m, 2) 15 m

¹⁰⁾ Ibid, hal 369.

11.7 KARAKTERISTIK PROPAGASI DAERAH PERKOTAAN UNTUK JARAK PENDEK

Dalam perencanaan sistem Cordless Telephone, dikhususkan untuk perhitungan frekuensi reuse dalam komposisi zone. Hal ini sangat penting untuk menyelidiki karakteristik propagasi daerah perkotaan pada jarak pendek. Karakteristik propagasi dari sistem Cordless Telephone tergantung dari keadaan-kadaan sebagai berikut:

1. Karakteristik propagasi di daerah perkotaan, jaraknya kurang dari 1 km. Sebab power transmisi untuk Cordless Telephone adalah kecil.
2. Karakteristik untuk lingkungan yang berbeda, memiliki sifat yang berbeda pula. Hal ini mempengaruhi tinggi rendah antena pemancar dan penerima alat tersebut.

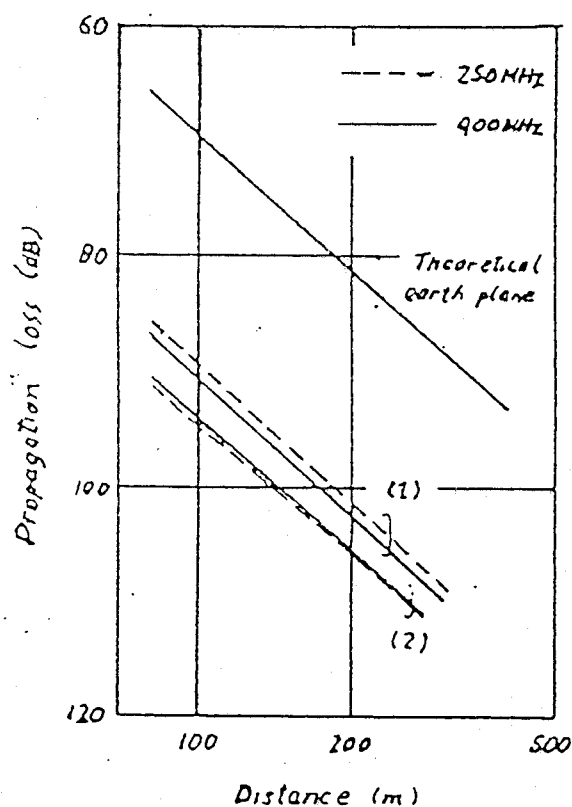
Secara praktis, untuk propagasi dekat tanah dapat diterapkan pada Fixed Set (FS) dan Portable Set (PS) yang ditempatkan pada lantai pertama atau kedua dalam gedung. Selain itu propagasi jauh di atas tanah, dapat diletakkan dalam ruang yang lebih tinggi.

11.7.1 PROPAGASI DEKAT TANAH

Dalam gambar 2-10 ditunjukkan kurva rugi-rugi propagasi terhadap jarak (kurang dari 500 meter). Untuk jarak yang kurang dari 500 meter pertambahan

Kecepatan dari rugi-rugi propagasi hampir sama dengan propagasi radio mobil yang jaraknya sampai beberapa puluh km.

Lintasan propagasi yang bebas, sering gagal untuk propagasi dekat tanah, karena karakteristiknya sangat tergantung dari kerapatan konstruksi gedung serta tinggi gedung.



GAMBAR 2-10¹¹)

PROPAGASI DEKAT TANAH PADA DAERAH PERKOTAAN

1) DAERAH TEMPAT TINGGAL. 2) GEDUNG. POWER TRANSMISI : 5 dBm

ANTENA : DIPOLE STANDARD & PANJANG GELOMBANG

11) Ibid, hal 370.

Di dalam pengukuran karakteristik ada dua daerah yang dipilih sebagai obyek yaitu :

1. Daerah yang di sekitarnya terdapat sebagian besar rumah kayu, gedung-gedung bersejarah dan pohon-pohon.
2. Daerah perkotaan yang banyak terdapat gedung-gedung dengan dinding yang tebal.

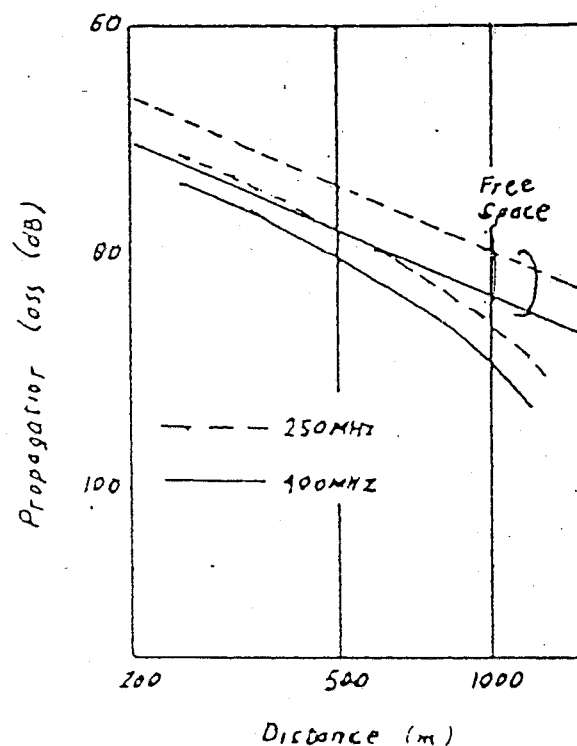
Kedua obyek ini yang sangat mempengaruhi dalam pengukuran karakteristik propagasi, sehingga untuk lokasi yang bebas hambatan kurang tepat dilakukan perhitungan karakteristik propagasi.

11.7.2 PROPAGASI JAUH DI ATAS TANAH

Propagasi ini, lintasan propagasi yang bebas atau line of sight dapat dicapai, sehingga keadaan propagasinya hampir sama dengan propagasi ruang bebas. Pada gambar 2-11 ditunjukkan kurva rugi-rugi propagasi terhadap jarak (lebih dari 200 meter). Pengukuran dapat dilakukan pada kedua transmitter dan receiver yang di letakkan pada lantai 8 hingga lantai 10 pada gedung-gedung.

Untuk jarak 500 meter, rugi-rugi propagasinya kira-kira 2 dB sampai 4 dB yaitu lebih kecil dari rugi-rugi propagasi ruang bebas. Untuk jarak lebih dari 500 meter, kurva rugi-rugi propagasi perlahan-lahan akan timbul adanya penyimpangan dari kurva propagasi ruang bebas.

Begitu juga dengan kemiringannya, semakin jauh jarak antar Fixed Set dan Portable Set semakin besar pula rugi-rugi propagasi terhadap ruang bebas. Kecenderungan ini tampaknya datang dari kenyataan yang ada, bahwa gelombang pantul dari bumi dan gedung seolah-olah disebabkan adanya kuat medan dan jarak yang lebih jauh.



GAMBAR 2-11¹²⁾

PROPAGASI JAUH DI ATAS TANAH UNTUK DAERAH PERKOTAAN.
 POWER TRANSMISI 5 dBm. ANTENA PEMANCAR DAN PENERIMA ADALAH
 DIPOLE STANDARD λ PANJANG GELOMBANG

¹²⁾ Ibid, hal 370.

11.8 RINGKASAN

Sistem Cordless Telephone yang telah dibahas di atas merupakan gambaran secara umum yang di keluarkan oleh NTT dengan menggunakan power transmisi 3 mW. Pada dasarnya seluruh sistem Cordless Telephone (CT) dari berbagai negara adalah sama, perbedaannya pada alokasi frekuensi yang digunakan. Di negara eropah, alokasi frekuensi untuk Cordless Telecommunication di fokuskan pada 900 MHz. Pembahasan tentang alokasi ferkuensi ini, akan dijelaskan pada bab 3.

Karakteristik propagasi untuk Cordless Telephone, dapat digunakan untuk menentukan power transmisi. Power transmisi untuk NTT telah mengalami perkembangan dari 1 mW sampai 6 mW, karena menginginkan jarak komunikasi yang lebih jauh antara Fixed Set dan Portable Set. Jarak komunikasi atau lebih dikenal dengan radius dari Fixed Set dapat dipengaruhi oleh keadaan dari lingkungan dimana CT diletakkan. Suatu contoh di dalam ruang, dipengaruhi oleh peralatan yang ada di dalam, sedangkan di luar ruang banyak dipengaruhi oleh gedung, pohon dan keadaan cuaca.

Penghematan penggunaan spektrum pada sistem Cordless Telephone dapat dilakukan dengan teknik Multi Channel Access (MCA). Teknik-teknik tentang multi channel access akan dibahas pada bab 5 yang merupakan prospek perkembangan dari sistem cordless Telephone.

BAB III

KANAL YANG DIINGINKAN UNTUK ALOKASI SPEKTRUM CORDLESS TELEPHONE

III.1 UMUM

Alokasi spektrum untuk Cordless Telephone ditentukan oleh jumlah kanal yang diperlukan. Dasar analisa perkiraan suatu kanal, dapat dihubungkan antara jumlah kanal yang diperlukan Cordless Telephone dengan penampilan sistem dalam ruang. Penggunaan Cordless Telephone dalam komunikasi untuk menggunakan kanal secara bersama-sama, mengakibatkan penampilan dari pada sistem akan dibatasi oleh interferensi. Untuk mengatasi gangguan yang paling dominan ini, perlu dilakukan perhitungan melalui model matematika agar pengaruh propagasi lintasan ganda dapat ditekan.

III.2 MODEL MATEMATIKA

Diasumsikan bahwa Fixed Set (FS) atau unit base dan Portable Set (PS) atau unit remote dari sistem Cordless Telephone dapat berkomunikasi sebanyak N duplex kanal radio. Diasumsikan pula untuk menghilangkan noise radio

dan interferensi pada kanal yang sama dari Cordless Telephone yang lain. Karena noise dan interferensi sangat mempengaruhi sistem di bagian penerima, maka perlu dilakukan perhitungan dengan model matematika agar gangguan tersebut dapat ditekan.

III.2.1 PERBANDINGAN CARRIER, INTERFERENSI DAN PROTEKSI

Sinyal frekuensi radio (RF) pada receiver (baik unit base ataupun remotenya) dapat dipandang sebagai dua komponen, yaitu carrier dan interferensi. Carrier adalah sinyal dari transmitter pelanggan yang diinginkan. Sedangkan interferensi pada suatu kanal adalah sinyal yang berlawanan dan keluarnya bersamaan dengan sinyal dari Cordless Telephone lain pada kanal yang sama. Disamping itu sinyal-sinyal interferensi adalah suatu sinyal yang tidak mempunyai ujung pangkalnya, sehingga perlu dihindarkan dari gangguan ini. Untuk menekan adanya interferensi ini, dapat dilakukan perhitungan dengan cara memodel daya interferensinya pada kanal tersebut. Cara memodelnya yaitu menjumlahkan level powernya sendiri dari setiap pemancar pada kanal yang sama. Seandainya daya carrier dan daya interferensi disimbulkan dengan C dan I, maka I_k dinyatakan sebagai daya yang diterima dari k pemancar pada kanal yang sama. Dengan demikian daya interferensi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I = \sum_k I_k \dots\dots\dots (3-1)$$

dimana K adalah jumlah dari pemancar yang aktif pada kanal yang sama. Untuk kualitas audionya agar dapat diterima pada pelanggan dengan baik, maka perbandingan carrier dan interferensi C/I harus melampaui beberapa batas ambang (threshold) yang dinotasikan dengan simbol Γ_0 (Protection Ratio).

111.2.2 PENGARUH PROPAGASI RADIO

Dari hasil pengukuran kuat medan untuk komunikasi yang bergerak di dalam ruang atau tempat tinggal, bahwa variasi daya yang diterima dari transmitter diakibatkan oleh lintasan ganda. Multipath atau lintasan ganda adalah propagasi sinyal yang lintasan gandanya disebabkan oleh penghamburan atau pemantulan dari obyek fisik. Suatu receiver atau transmitter yang dapat dipindahkan, panjang lintasannya selalu berubah tergantung dari perilaku pelanggan tersebut. Akibatnya dari perubahan lintasan ini, menyebabkan phase dari komponen sinyal yang diterima berubah dan menyebabkan bermacam-macam variasi dari daya carrier (daya yang diinginkan) pada penerima.

Sinyal random pada sisi penerima yang disebabkan oleh multipath, sering dikatakan dengan "small scale variation". Sedangkan variasi daya yang diterima, dikarenakan adanya perubahan dari jarak antara Portable Set dan Fixed Set yang lebih jauh seperti dalam rumah yang besar. Dalam hal ini, variasi dari daya yang diterima

dikatakan " Large Scale variation ". Sinyal yang terhalang oleh suatu benda dapat dikatakan rugi-rugi propagasi, dan dapat menyebabkan penghamburan sinyal serta pemantulan sinyal.

Akibat dari multipath dapat diambil harga rata-rata daya yang diterima dalam radius yang sempit, dan ini dikatakan harga rata-rata lokal (Local Mean) dari seluruh variasi daya yang diterima. Jika local mean daya carrier disimbulkan dengan huruf \hat{C} dan local mean daya yang diterima dari k kali interferensi dari transmitter adalah \hat{I}_k , maka model matematika akibat dari multipath ini sebagai berikut:

$$C = M_c \cdot \hat{C} \dots\dots\dots (3-2)$$

$$I_k = M_k \cdot \hat{I}_k \dots\dots\dots (3-3)$$

dimana : M_c dan M_k adalah variabel random dari small scale dalam C dan I_k yang disebabkan oleh multipath. $\{ M_k \}$ dan M_c adalah tidak tergantung satu dengan yang lain, sehingga mean dari keduanya adalah $E [M_c] = E [M_k] = 1$.

Perubahan \hat{C} dan $\{ \hat{I}_k \}$ sesuai dengan variasi large scale. Dari perhitungan propagasi menunjukkan, bahwa \hat{C} dan \hat{I}_k dapat di model sebagai variabel random yang mempunyai harga sampai beberapa eksponen. Dengan menggunakan model ini, seandainya Portable Set dan Fixed Set dipisahkan oleh jarak d_c , maka mean dari daya carrier dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\bar{C} \triangleq E [\hat{C}] = \frac{k \cdot P_T}{d_c^n} \dots \dots \dots (3-4)$$

dimana : $E [C]$ = harga harapan dari C

P_T = power transmisi

k = konstanta yang tergantung pada antena penerima

n = harga rata-rata dari rugi-rugi transmisi

Secara sama, jika D_k adalah jarak antara receiver terhadap transmitter lain yang menimbulkan interferensi, maka harga harapan dari daya yang diterima adalah :

$$E [\hat{I}_k | D_k] = \frac{k \cdot P_T}{D_k^n} = \bar{C} \left[\frac{d_c}{D_k} \right]^n \dots \dots \dots (3-5)$$

Sedangkan untuk local mean daya carrier (\hat{C}) dan local mean daya yang diterima dari transmitter lain yang menimbulkan interferensi (\hat{I}_k) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\hat{C} = S_c \cdot \bar{C} \dots \dots \dots (3-6)$$

$$\hat{I}_k = S_k \cdot \bar{C} \left[\frac{d_c}{D_k} \right]^n \dots \dots \dots (3-7)$$

dimana : S_c, S_k = variabel random

Dari persamaan (3-1), power interferensi dari harga rata-rata variasi large scale. Dengan demikian definisi faktor lintasan ganda untuk power interferensi adalah sebagai berikut :

$$M_i \triangleq \frac{I}{\hat{I}} = \frac{\sum_k M_k \hat{I}_k}{\sum_k \hat{I}_k} \dots\dots\dots (3-8)$$

dimana : M_i = Faktor multipath

I = $M_i \cdot \hat{I}$

\hat{I} = local mean power interferensi

\hat{I}_k = local mean daya yang diterima dari
transmitter lain yang menyebabkan
interferensi

M_k = variabel random

III.2.3 EVALUASI PENAMPILAN SISTEM

Penampilan suatu sistem dapat dihubungkan dengan kualitas audio yang diterima pada penerima. Kualitas audio tidak dapat diterima dengan baik, bila perbandingan carier dan interferensi (C/I) dibawah ratio proteksi (Γ_0). Hal ini disebabkan oleh jarak komunikasi antara Portable Set dan Fixed Set yang selalu berubah, sehingga kualitas audio menjadi fluktuasi. Dengan adanya fluktuasi ini, mengakibatkan harga C/I menurun dibawah Γ_0 . Probabilitas menurunnya C/I dibawah Γ_0 dapat dinyatakan sebagai

berikut:

$$\begin{aligned}
 P(C/I < \Gamma_0) &= P(Mc/Mi < \Gamma_0 \hat{I}/\hat{C}) \\
 &= F_{Mc/Mi} \left[\frac{\Gamma_0 \hat{I}}{\hat{C}} \right] \dots\dots\dots (3-9)
 \end{aligned}$$

dimana : $F_{Mc/Mi} (.)$ = fungsi distribusi komulatif (cdf)
dari variabel random Mc/Mi

Suatu kanal sibuk, jika probabilitas fading melampaui batas ambang (threshold) P_f . Maka dari itu, diperlukan perhitungan untuk menentukan kanal bebas. Dalam istilah statistik, untuk menentukan kanal yang bebas digunakan multipath margin. Definisi dari multipath margin dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\Gamma_H \triangleq \frac{1}{F_{Mc/Mi}^{-1}(P_f)} \dots\dots\dots (3-10)$$

dan threshold untuk perbandingan local mean carrier dengan local mean power interferensi adalah sebagai berikut :

$$\Gamma_T \triangleq \Gamma_0 \Gamma_H \dots\dots\dots (3-11)$$

dimana suatu kanal sibuk, jika $\hat{C}/\hat{I} < \Gamma_T$.

Suatu kanal duplex dari Cordless Telephone, kenyataannya merupakan dua kanal radio. Satu untuk transmisi Fixed Set ke Portable Set dan lainnya untuk arah

balik. Adanya interferensi, baik dari link FS ke PS maupun link PS ke FS akan membuat kanal duplex tidak dapat digunakan. Besar kecilnya local mean daya carrier (\hat{C}) terhadap local mean daya interferensi akan menentukan apakah kanal bebas atau sibuk. Maka dari itu, definisi efektif local mean daya interferensi pada kanal duplex adalah :

$$I_D = \max \{ \hat{I}_B, \hat{I}_R \} \dots\dots\dots (3-12)$$

dimana : \hat{I}_B dan \hat{I}_R = level local mean daya interferensi
untuk base dan remote

$$\hat{C}/\hat{I}_D < \Gamma_T = \text{kanal duplex sibuk}$$

Dimisalkan bahwa Cordless Telephone pelanggan mempunyai N kanal duplex. Jika satu dari kanal yang terakhir adalah bebas, maka Cordless Telephone dapat memberi kualitas pelayanan yang baik. Cordless Telephone harus dapat menemukan bahwa kanal tersebut adalah bebas. Selama kanal itu bebas, jumlah dari kanal yang digunakan adalah cukup memadai. pengukuran penampilan seharusnya berhubungan dengan probabilitas bahwa satu dari N duplex terakhir adalah bebas.

Probabilitas dari seluruh kanal duplex sibuk, dan level local mean daya interferensi bebas pada N duplex

dapat dinyatakan dengan istilah " blocking probability ". Untuk C yang sama pada semua kanal duplex, maka blocking probability dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P_B = \left[P \left(I_D > \frac{C}{\Gamma_T} \right) \right]^N$$

$$= \left[1 - F_{ID} \left(\frac{C}{\Gamma_T} \right) \right]^N \dots\dots\dots (3-13)$$

Dimana : $F_{ID} (.)$ = cdf dari local mean daya interferensi pada kanal duplex.

Diasumsikan pada Portable Set diokasikan pada jarak yang tetap dari Fixed Set, seperti yang telah ditunjukkan pada persamaan (3-4), dimana harga \bar{C} adalah tetap. Jika jarak yang tetap tersebut dinotasikan dengan s , maka blocking probability pada lokasi itu adalah :

$$P_B (s) = \left[1 - F_{ID} \left(\frac{s \bar{C}}{\Gamma_T} \right) \right]^N \dots\dots\dots (3-14)$$

Bila \hat{I}_D adalah variabel random kontinu, $P_B (s)$ monoton menurun sesuai pertambahan dari s , sehingga $P_B (s_c)$ lebih besar dari $P_B (s)$ untuk $s_c < s$. Lokasi dengan sinyal carrier yang sangat lemah memiliki blocking probability yang besar.

III.3 PROBABILITAS MULTIPATH MARGIN DAN FADING

III.3.1 CDF DARI M_c

Tegangan pada terminal antena penerima disebabkan oleh berbagai sinusoida sinyal informasi pada frekuensi carrier. Amplitudo dari sinusoida ini adalah $\sqrt{2C}$ dan umumnya ditunjukkan sebagai " envelope ". Envelope carrier dapat dinyatakan oleh variabel random distribusi rayleigh. Jika envelope $\sqrt{2C}$ adalah distribusi Rayleigh dan $E[C] = \hat{C}$, maka fungsi kerapatan probabilitas (pdf) dari C adalah :

$$f_c (c | \hat{C}) = \frac{1}{\hat{C}} e^{-c/\hat{C}} \quad c \geq 0 \quad \dots (3-15)$$

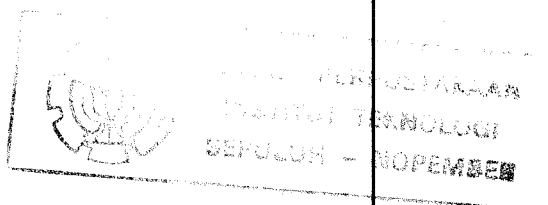
dari persamaan (3-2) , didapat

$$M_c = \frac{C}{\hat{C}} \quad \dots \dots \dots (3-16)$$

dan dari (3-15), (3-16) pdf dan cdf dari M_c adalah,

$$f_{M_c} (m) = e^{-m} \quad m \geq 0 \quad \dots \dots \dots (3-17)$$

$$F_{M_c} (m) = 1 - e^{-m} \quad m \geq 0 \quad \dots \dots \dots (3-18)$$



III.3.2 CDF DARI M_c / M_i

Di sekitar multipath, envelope dari setiap sinyal interferensi juga dapat dimodel seperti distribusi Rayleigh, sehingga dapat dimisalkan bahwa $\{ M_k \}$ terdistribusi seperti persamaan (3-18). Apabila seluruh pemancar pada lokasi yang berbeda, model M_c dan $\{ M_k \}$ adalah bebas.

Seandainya interferensi pada satu kanal dikarenakan oleh pemancar lain pada kanal yang sama, maka pdf dari M_c / M_i adalah :

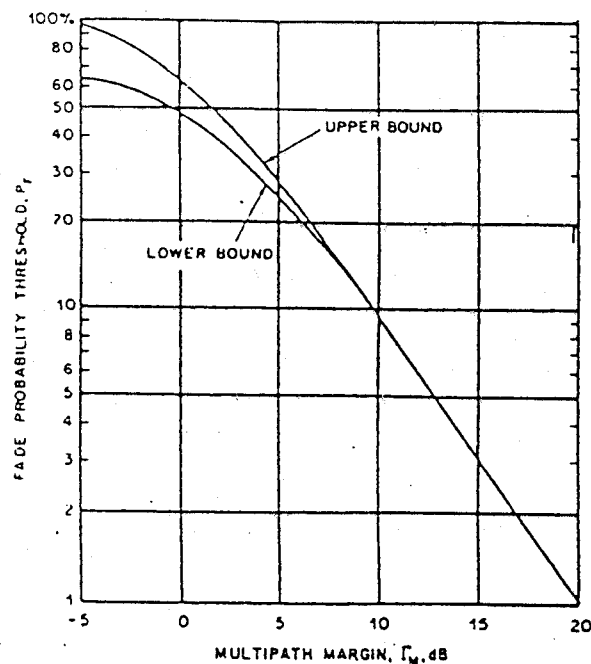
$$\begin{aligned}
 f_{M_c/M_i}(x) &= f_{M_c/M_k}(x) \\
 &= \int_0^{\infty} f_{M_c/M_i}(x | M_k = m) f_{M_k}(m) dm \\
 &= \int_0^{\infty} m \cdot e^{-mx} \cdot e^{-m} dm \\
 &= \frac{1}{(x+1)^2} \quad x \geq 0 \quad \dots \dots (3-19)
 \end{aligned}$$

Sesuai dengan cdf adalah,

$$F_{M_c/M_i}(x) = \frac{x}{x+1} \quad x \geq 0 \quad \dots (3-20)$$

Jika interferensi disebabkan oleh Cordless

Telephone yang lain, maka pdf untuk M_i umumnya tidak akan eksponensial. Tetapi akan tergantung pada $\{\hat{I}_k\}$ seperti yang ditunjukkan pada persamaan (3-8). Bila harga ekspektasi $E[M] = 1$ dan varians dari M_i berkurang secara bebas, maka dikatakan " Rayleigh Fade " ,.



GAMBAR 3-13)

SYARAT BATAS PADA PROBABILITAS FADING TERHADAP
MULTIPATH MARGIN

[3]. Jay E. Padgett, " Channel requirements for a Cordless Telephone Spectrum Allocation, "IEEE Journal on selected areas in communications, vol SAC-5, no 5, Juni 1987, hal 786.

Seandainya $M_1 = 1$, maka $F_{Hc/M_1}(x) = F_{Hc}(x)$ dan dari persamaan (3-18) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$F_{Hc/M_1}(x) = 1 - e^{-x} \quad x \geq 0 \quad \dots \dots \dots (3-21)$$

Persamaan (3-20), (3-21) sesungguhnya merupakan batas bawah dan atas pada $F_{Hc/M_1}(x)$. Dalam gambar 3-1 ditunjukkan syarat batas antara P_F terhadap Γ_H dari persamaan (3-10). Untuk harga $\Gamma_H = 6$ dB atau lebih besar, maka harga P_F turun kira-kira 15 %.

III.3.3 PENGARUH DARI TRANSMISI DUA ARAH FREKUENSI GANDA

Pengaruh dari multipath pada kanal duplex disebabkan oleh pengiriman dua frekuensi yang berbeda secara bersamaan (satu dari PS ke FS dan yang lain sebaliknya). Hubungan antara envelope dari dua sinyal dalam frekuensi f tergantung pada delay. Maksud dari delay disini adalah interval waktu dari komponen multipath, sebab masing-masing mempunyai jarak lintasan yang berbeda. Jika delay diasumsikan terdistribusi eksponensial, maka hubungan envelope dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\rho(\Delta f) = \frac{1}{1 + (2\pi \Delta f)^2 \tau^2} \quad \dots \dots \dots (3-22)$$

Dimana : ρ = hubungan antara dua envelop (diukur pada waktu dan lokasi yang sama)

τ = harga rata-rata dari delay

Delay tersebut tergantung dari obyek pantulan disekitarnya. Pengukuran untuk lintasan di dalam dan diluar gedung atau rumah pada Cordless Telephone menunjukkan, bahwa probabilitas rms delay adalah 0.3 μ s sampai 0.4 μ s. Seandainya bandwidth koheren B_c , maka $\rho(B_c) = 0.5$. Dengan demikian $B_c = 1/2\pi\tau$, delaynya adalah 0.35 μ s sesuai bandwidth koheren (460 KHz). Fading dapat dimodel, bila frekuensi PS ke FS dan FS ke PS terbuka bersama-sama.

Maka dari itu, probabilitas untuk link yang lemah, baik link dari Portable set ke Fixed Set maupun dari FS ke PS adalah $P(C/I < \Gamma_0)$. Seandainya \hat{I} sama untuk kedua link, maka fungsi kerapatan komulatif (cdf) untuk M_c/M_i pada link yang lemah adalah $1 - [1 - F_{M_c/M_i}(\cdot)]^2$. Dengan menggunakan hubungan dari persamaan (3-20) bahwa syarat batas bawah $F_{M_c/M_i}(\cdot)$ untuk link yang lemah adalah :

$$F_{M_c/M_i}(x) \geq \frac{2x + x^2}{(1 + x)^2} \quad x \geq 0 \quad \dots\dots (3-23)$$

dan dari persamaan (3-21), syarat batas atas adalah :

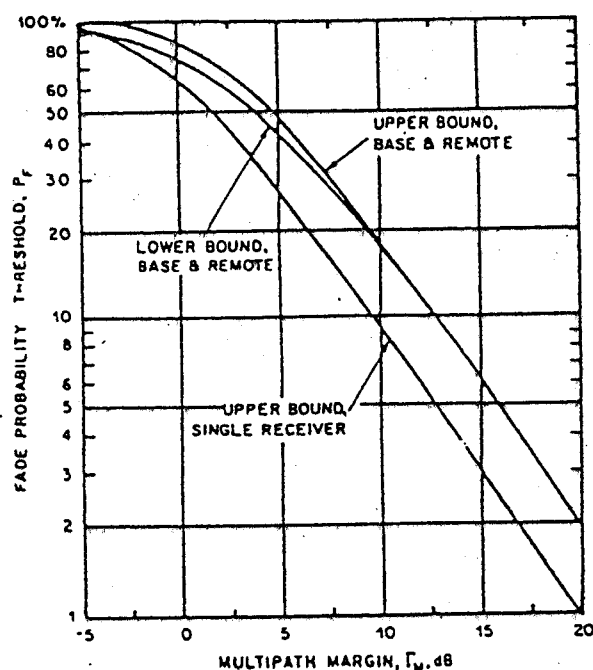
$$F_{M_c/M_i}(x) \leq 1 - e^{-2x} \quad x \geq 0 \quad \dots\dots (3-24)$$

Gambar 3-2 menunjukkan syarat batas pada P_e terhadap

Γ_M dengan menggunakan persamaan (12), (25) dan (26).

$$1 - e^{-1/\Gamma_M} \leq P_f \leq 1 - e^{-2/\Gamma_M} \dots \dots \dots (3-25)$$

Dari persamaan 3-25 dan gambar 3-2 dapat dilihat bahwa multipath margin sebesar 20 dB memberikan probabilitas fading kira-kira 1% sampai 2%, yang tampaknya kanal adalah bebas.



GAMBAR 3-2¹⁴⁾

SYARAT BATAS PADA PROBABILITAS FADING TERHADAP MULTIPATH
MARGIN UNTUK TRANSMISI DUA ARAH FREKUENSI GANDA

¹⁴⁾ Ibid, hal 787.

III.4 KETIDAKTENTUAN DALAM LOCAL MEAN

Pengukuran propagasi di dalam ruang ataupun di luar ruang pada lokasi pinggiran kota menunjukkan, bahwa local mean dari daya yang diterima dapat di model sebagai variabel random lognormal.

Dari persamaan (3-6) diterangkan, bahwa variabel random S_c menyatakan ketidakpastian dalam local mean power carrier C . Harga decibel dari S_c dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$S_{dB} = 10 \log S_c = 10 \log \hat{C} - 10 \log \bar{C} \quad \dots (3-26)$$

Jika \bar{C} konstans, mean dan variance dari S_{dB} adalah \bar{S}_{dB} dan σ^2 , maka dengan menggunakan karakteristik fungsi variabel random Gaussian dan $E[S_c] = 1$ harga mean dari S_{dB} adalah sebagai berikut :

$$\bar{S}_{dB} = - \sigma^2 \ln 10/20 \quad \dots (3-27)$$

cdf dari S_c dapat dinyatakan sebagai berikut :

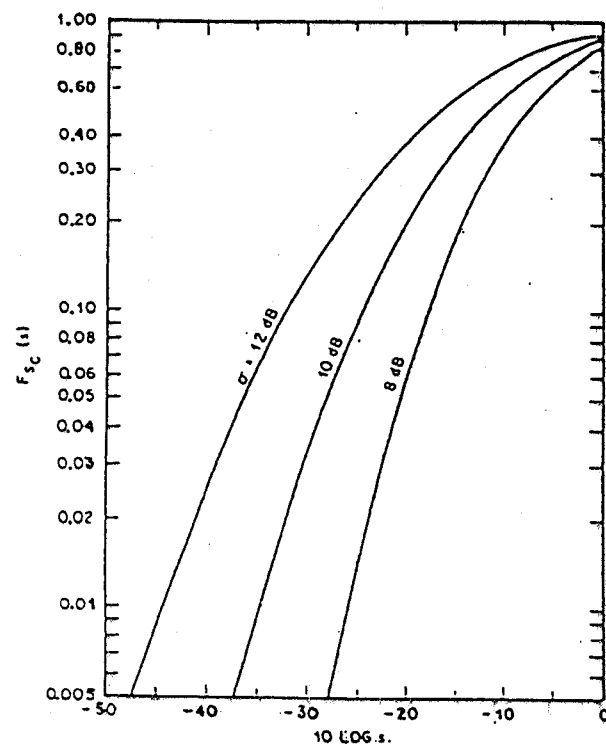
$$F_{Sc}(s) = F_{SdB}(10 \log s)$$

$$= \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left[\frac{-10 \log s - \sigma^2 \ln 10/20}{\sqrt{2\sigma}} \right] \quad (3-28)$$

Dimana : $\operatorname{erfc} (.)$ = fungsi kesalahan komplement.

s = Jarak antara Fixed Set dan Portable Set

Untuk menghitung persamaan (3-28) harus diketahui harga σ . Data Cordless Telephone pada frekuensi 300 MHz sampai 1 GHz, memiliki harga $\sigma = 10$ dB hingga 12 dB. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 3-3, dengan mengetahui jarak antara Fixed Set dan Portable Set, maka cdf (fungsi distribusi kumulatif) dari S_c (ketidaktentuan daya carrier dalam local mean) dapat ditentukan.



GAMBAR 3-3¹⁵⁾

FUNGSI DISTRIBUSI KOMULATIF DARI S_c

¹⁵⁾ Ibid, hal 788.

III.5 DISTRIBUSI DAYA INTERFERENSI

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, untuk menghitung blocking probability harus diketahui bahwa cdf dari $\hat{I}_D = \max \{\hat{I}_p, \hat{I}_p\}$. Pada bagian ini, akan dilakukan perhitungan cdf dari \hat{I}_D , yang dapat diperoleh dengan pendekatan hanya pada kanal yang sama.

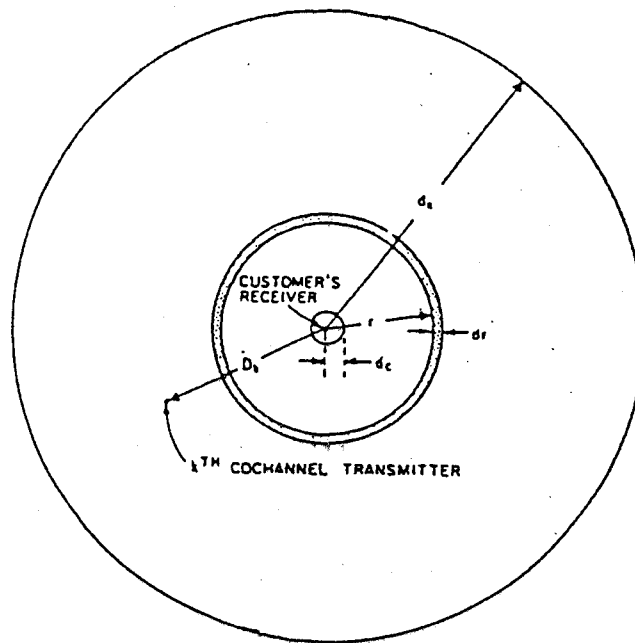
III.5.1 Asumsi

Diasumsikan untuk Fixed Set diletakkan di pusat dari pada Portable Set dengan jarak d_c . Gunanya untuk lebih mudah memodel local mean power interferensi dalam radius d_c . Dalam hal ini juga dimisalkan sifat-sifat dari pada pelanggan dalam melakukan komunikasi dengan pelanggan lain. Cordless Telephone yang lain tidak diizinkan mengganggu, sehingga tidak ada interferensi dalam jarak d_c dari Fixed Set (FS).

Sistem koordinat polar pada receiver pelanggan yang merupakan sumber, dapat ditunjukkan dalam gambar 3-3. Receiver pelanggan berada di pusat cincin, sehingga ukuran dari elemen area adalah :

$$dA = 2\pi r \cdot dr \dots\dots\dots (3-29)$$

dimana : dA = jarak antara receiver dengan Cordless Telephone lain yang menyebabkan interferensi.



GAMBAR 3-4
GEOMETRI YANG DIGUNAKAN UNTUK MEMODELKAN
LOCAL MEAN DAY INTERFERENSI

Cochannel transmitter diasumsikan terdistribusi merata, artinya probabilitas dari transmitter lain yang menduduki pada kanal yang sama dan mempunyai jarak d_A , tidak tergantung apakah ada transmitter yang tidak mempengaruhi. Juga diasumsikan bahwa probabilitas lebih besar dari pada satu cochannel transmitter yang berada dalam d_A . Hal ini dapat diabaikan karena d_A dari cochannel transmitter mendekati 0.

III.5.2 MODEL

Lingkaran perimeter pada radius $dx = X \cdot dc$, ($X \gg 1$) dengan receiver terletak ditengah. Harga rata-rata radius pemilik Cordless Telephone dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$K = R (X^2 - 1) \dots\dots\dots (3-29)$$

dimana : R = faktor penggunaan ulang pada satu kanal
 $X^2 - 1$ = jumlah dari Cordless Telephone dalam perimeter

Probabilitas dari beberapa transmitter pada satu kanal yang sama dapat dinyatakan dengan distribusi poisson dalam jarak $dc \leq D_K \leq dx$:

$$P(J) = \frac{e^{-K} K^J}{J!} \dots\dots\dots (3-30)$$

dimana : J = distribusi Poisson

Dari persamaan (3-7), dapat diturunkan rumus untuk menentukan local mean power interferensi yang disebabkan Cordless Telephone dalam kanal yang sama pada perimeter :

$$\hat{I}_{KB} = \bar{C} \sum_{k=1}^J S_{KB}(dc/D_K)^n \dots\dots\dots (3-31)$$

$$\hat{I}_{XR} = C \sum_{k=1}^J S_{KR} (dc/D_k)^n \dots\dots\dots (3-32)$$

$$\hat{I}_{XD} = \max \{ \hat{I}_{XB}, \hat{I}_{XR} \} \dots\dots\dots (3-33)$$

$$\hat{I}_D = \lim_{x \rightarrow \infty} \hat{I}_{XD} \dots\dots\dots (3-34)$$

III.5.2.3 METODE MONTE CARLO

Perhitungan cdf dari I_{XD} dapat digunakan pendekatan Monte Carlo. Normalisasi dari I_{XD} adalah :

$$Y_{XD} \triangleq \frac{\hat{I}_{XD}}{R^{n/2} \bar{C}} = \max \{ Y_{XB}, Y_{XR} \} \dots\dots\dots (3-35)$$

dimana

$$Y_{XB} \triangleq \frac{\hat{I}_{XB}}{R^{n/2} \bar{C}} \dots\dots\dots (3-36)$$

$$Y_{XR} \triangleq \frac{\hat{I}_{XR}}{R^{n/2} \bar{C}} \dots\dots\dots (3-37)$$

Dari persamaan (3-34) dan (3-35), harga limit Y_{XD} adalah :

$$Y_D \triangleq \lim_{x \rightarrow \infty} Y_{XD} = \frac{\hat{I}_D}{R^{n/2} \bar{C}} \dots\dots\dots (3-38)$$

Jika didefinisikan variabel random Z_k , maka ;

$$Z_k \triangleq \left(\frac{dc}{D_k \sqrt{R}} \right)^n \dots \dots \dots (3-39)$$

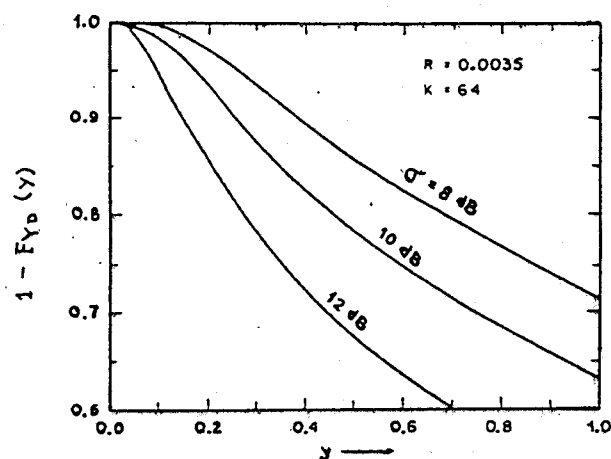
Dan PDF dari Z_k dapat dinyatakan sebagai berikut ;

$$f_{Z_k}(Z) = \frac{1}{2K} Z^{-3/2}, \quad (K+R)^{-2} \leq Z \leq R^{-2} \dots \dots (3-40)$$

Persamaan (3-40) menunjukan, bahwa harga $R \ll 1$ dan $K > 1$.

Dalam gambar 3-5 ditunjukkan $P(Y_D > y) = 1 - F_{Y_D}(y)$

dengan $K = 64$ dan $R = 0.0035$.



GAMBAR 3-5

DISTRIBUSI NORMALISASI LOCAL MEAN DAYA INTERFERENSI
DARI PERHITUNGAN MONTE CARLO

III.6 HASIL PERHITUNGAN

Pada bagian ini, dijelaskan contoh numerik untuk penampilan Cordless Telephone dari perhitungan model

matematika dalam bagian III.2 dan diperoleh hasil pada bagian III.3 sampai III.5. Turunan dari persamaan 3-14 dapat di tuliskan sebagai berikut :

$$P_B(s) = \left[1 - F_{ID} \left(\frac{s \bar{C}}{\Gamma_T} \right) \right]^N \dots\dots\dots (3-41)$$

Dari persamaan (3-38), diperoleh (dimisalkan $n = 4$).

$$F_{ID}(1) = F_{YD} \left(\frac{1}{R^2 \bar{C}} \right) \dots\dots\dots (3-42)$$

Kombinasi persamaan 3-41 dan 3-42 ,didapat

$$\left[P_B(s) \right]^{1/N} = 1 - F_{YD} \left(\frac{s}{\Gamma_T R^2} \right) \dots\dots\dots (3-43)$$

$$s(P_B) = \Gamma_T \cdot R^2 \cdot F_{YD}^{-1} (1 - P_B^{1/N}) \dots\dots\dots (3-44)$$

Dari persamaan 3-43, dapat dihitung syarat batas untuk terlayani (boundary locations) tanpa interferensi.

Untuk memperoleh hasil numerik, diperlukan parameter-parameter N (kanal), σ (varian), Γ_T (threshold untuk perbandingan local mean power carrier dengan local mean power interferensi) dan R (channel re-use). Pada bagian III.4 disebutkan untuk operasi UHF harga $\sigma = 10$ dB dan 12 dB. Sedangkan pada bagian III.2 $\Gamma_T = \Gamma_0 \Gamma_H$,

dimana rasio proteksi Γ_0 diasumsikan 10 dB dan multipath margin $\Gamma_M = 20$ dB (data probabilitas fading 1 % - 2 %), sehingga diperoleh $\Gamma_T = 30$. Maka dari itu, kanal radio akan bebas bila $C/I > 30$ dB.

CONTOH 3-1

Suatu sistem Cordless Telephone yang memiliki saluran sebanyak 30 kanal dengan harga rata-rata pemakai CT setiap household ($b = 0.10$ erlang per household) dan channel re-use ($R = 3.33 \times 10^{-3}$). Berapa persen syarat batas bagi pemakai untuk terlayani, dengan blocking probability 0.05.

Penyelesaian

Dari persamaan (3.43) didapat blocking probability pada lokasi $(0.05)^{1/N} = 0.905$ dan F_{TD} ($1 - 0.905$) dapat dicari dari gambar 3-5 dengan $\sigma = 12$ dB, diperoleh 0.15. Dari persamaan (3-43) $s = 0.15 \cdot \Gamma_T \cdot R^2$. Diasumsikan $\Gamma_T = 30$ dB, maka :

$$s = 1.67 \times 10^{-3}.$$

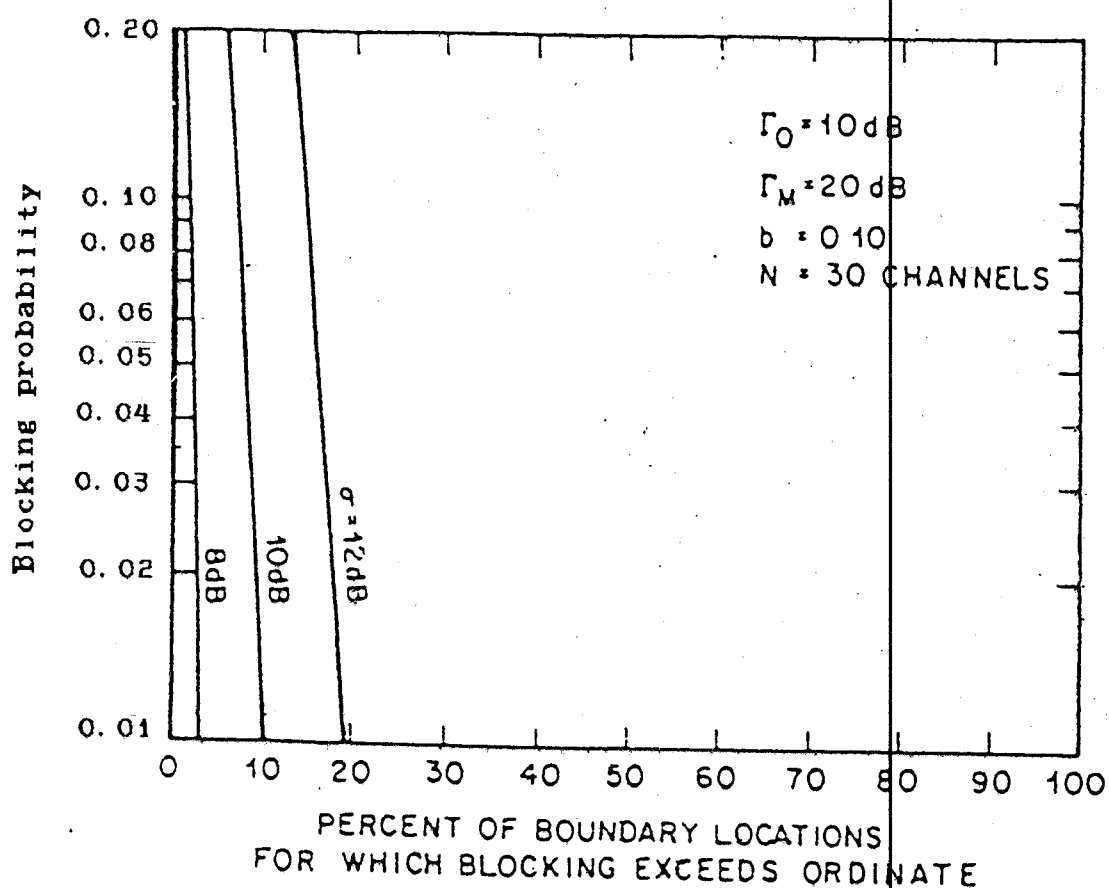
Dari persamaan (3-28) dan gambar 3-3, diperoleh fungsi kerapatan komulatif dari variabel random S_c

$$F_{Sc}(s) = 0.175.$$

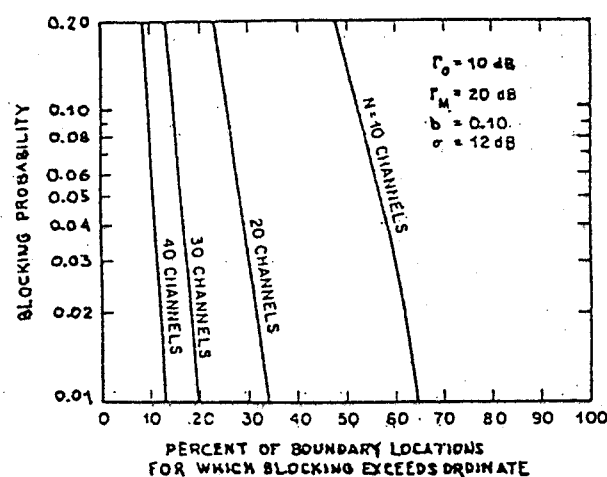
Jadi syarat batas dapat terlayani dari 30 kanal adalah

$$0.175 \times 100 \% = 17.5 \ \%.$$

Hasil perhitungan dapat dibuat kurva blocking probability dengan $\sigma = 8$ dB, 10 dB, 12 dB dan $N = 30$ kanal (gambar 3-6), sedangkan pada gambar 3-7 menunjukkan blocking probability dengan $N = 10, 20, 30, 40$ kanal dan $\sigma = 12$ dB. Diasumsikan untuk kedua gambar $\Gamma_0 = 10$ dB, $\Gamma_M = 20$ dB, dan $b = 0.10$ erlang per household.



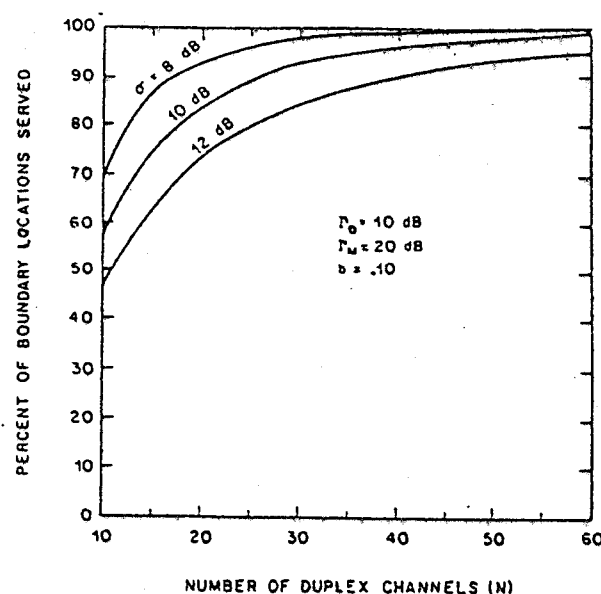
GAMBAR 3-6
DISTRIBUSI BLOCKING PROBABILITY UNTUK 30 KANAL
DAN HARGA σ YANG BERBEDA



GAMBAR 3-7

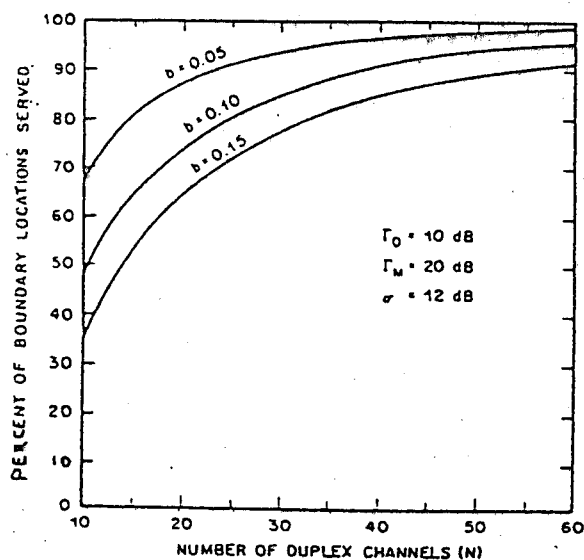
DISTRIBUSI BLOCKING PROBABILITY UNTUK $\sigma = 12 \text{ dB}$
DAN JUMLAH KANAL YANG BERBEDA

Berdasarkan contoh 3-1 dapat dihitung untuk kanal $10 \leq N \leq 60$ dan $\sigma = 8 \text{ dB}$, 10 dB , 12 dB . Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada gambar 3-8. Untuk harga b yang berbeda dan $\sigma = 12 \text{ dB}$, dapat ditunjukkan pada gambar 3-9.



GAMBAR 3-8

LEVEL PELAYANAN TERHADAP JUMLAH KANAL UNTUK HARGA σ YANG
BERBEDA DENGAN BLOCKING PROBABILITY KURANG DARI 10 %



GAMBAR 3-9

LEVEL PELAYANAN TERHADAP JUMLAH KANAL
UNTUK LEVEL PEMAKAI YANG BERBEDA

CONTOH 3-2

Bandingkan (a) $b = 0.10$ erlang per household, $N = 30$ kanal dan (b) $b = 0.15$ erlang per household, $N = 45$ kanal. Keduanya memiliki channel re-use yang sama $R = 3.33 \times 10^{-3}$.

Penyelesaian

Dengan menggunakan gambar 3-9, perhitungan diperoleh lebih mudah. Hasil untuk syarat batas yang terlayani (a) 84 % dan (b) 86 %.

BAB IV

PERBANDINGAN ANTARA SISTEM CORDLESS TELEPHONE DAN TELEPON MOBIL RADIO CELLULAR

IV.1 UMUM

Pada dasarnya antara Cordless Telephone dan telepon mobil, sama dengan telepon biasa, yaitu :

- memiliki nomor pelanggan
- dapat dihubungi dan menghubungi
- dapat berkomunikasi dua arah

Perbedaannya hanya terletak pada mobilitas pelanggan, dimana pada pelanggan telepon biasa pesawat serta pelanggannya relatif diam pada suatu tempat, sedangkan Cordless Telephone dan telepon mobil perpindahan lokasi tidak merupakan masalah. Untuk CT lebih banyak digunakan di dalam ruang (rumah, kantor, instansi) sedangkan telepon mobil banyak digunakan di luar atau di jalan raya.

Telepon mobil atau STKB (sistem telepon kendaraan bermotor) adalah sistem telepon yang dapat digunakan untuk menghubungkan pelanggan telepon mobil dengan pelanggan telepon lainnya, ataupun pelanggan telepon biasa dengan pelanggan telepon mobil lainnya.

Terdapat dua jenis STKB yang dikenal dewasa ini, yaitu :

- STKB konvensional, dimana pelanggan tak dapat berpindah sesukanya tanpa mengalami pemutusan hubungan. Mobilitasnya relatif lebih rendah.
- STKB cellular, menerapkan konsep cellular yang memungkinkan lebih besar mobilitasnya.

Dalam hal ini, yang dibandingkan dengan sistem Cordless Telephone adalah STKB cellular.

IV.2 KONSEP SISTEM

Tujuan adanya kedua sistem ini adalah untuk memberikan pelayanan kepada pemakai agar dapat berkomunikasi dengan pelanggan lain dimana mereka berada. Di dalam perbandingan ini, yang akan dibahas adalah teknik multi channel access pada Cordless Telephone dan telepon mobil radio cellular. Dengan sistem MCA pada Cordless Telephone dan sistem cellular pada STKB, maka kapasitas pelanggan menjadi lebih besar dan pemakaian spektrum dapat lebih efisien. Pada tabel 4-1 dan 4-2 akan ditunjukkan perbandingan aspek operasional dan karakteristik sistem.

IV.2.1 ELEMEN DASAR

Elemen dasar dari konsep cellular adalah "frequency re-use" dan "cell splitting", sedangkan pada Cordless Telephone, hanya menggunakan frequency re-use.

a. Frequency re-use

Frequency re-use (pemakaian ulang frekuensi) adalah pemakaian kanal radio yang mempunyai frekuensi carrier yang sama untuk melayani daerah terpisah oleh jarak yang cukup, sehingga interferensi dapat diabaikan dan tidak mengganggu. Frequency re-use tidak hanya digunakan pada sistem telepon mobil, tetapi juga pada radio telepon lain termasuk Cordless Telephone.

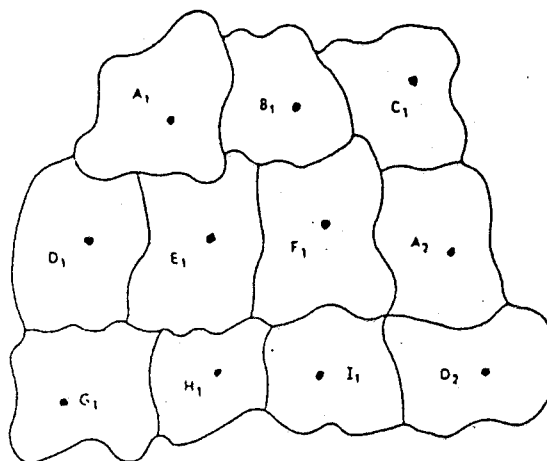
Konsep cellular menggunakan frequency re-use dalam skala geografis yang relatif diperkecil, sehingga beberapa transmitter yang didistribusikan dan memiliki daya pancar sedang, dapat beroperasi pada daerah liputannya. Masing-masing stasiun radio, bertugas meliputi subarea/zone/cellnya. Dengan demikian sebuah cell mencirikan suatu daerah dimana terdapat sebuah transmitter yang paling memungkinkan melayani hubungan telepon mobil pada daerah tersebut. Pada gambar 4-1 ditunjukkan peta cellular yang menggambarkan frequency re-use.

Prinsip dari peta cellular adalah sebagai berikut :

- Jarak antara base station ditandai oleh titik
 - Cell tidak selalu memiliki bentuk yang khusus
 - Cell yang ditandai dengan huruf yang berbeda dilayani oleh kelompok frekuensi yang berbeda, hal ini dimaksudkan untuk menghindari interferensi.
- Jadi cell memiliki arti tambahan yaitu merupakan

daerah dimana kumpulan kanal-kanal tertentu yang paling memungkinkan untuk digunakan pada hubungan telepon mobil di daerah tersebut.

Cell yang terpisah cukup jauh seperti A1 dan A2, boleh menggunakan kelompok kanal yang sama



GAMBAR 4-1

PETA CELLULAR YANG MENGGAMBARAKAN FREQUENCY RE-USE

G1 : CELL KE 1 YANG MENGGUNAKAN KELOMPOK KANAL G

. : LOKASI PEMANCAR

Dengan cara frequency re-use, sistem telepon mobil cellular dalam suatu daerah liputan dapat menangani sejumlah panggilan simultan yang jumlahnya jauh melebihi jumlah frekuensi kanal yang tersedia.

Sedangkan pada Cordless Telephone, penggunaan ulang frekuensi yang sama, memiliki konsep yang sama dengan radio cellular.

b. Cell splitting

Jika jumlah seluruh kanal yang tersedia adalah C dan terbagi menjadi N kelompok, maka tiap kelompok kanal akan mengandung kanal sebanyak :

$$S = \frac{C}{N} \quad \text{kanal} \quad \dots\dots\dots (4-1)$$

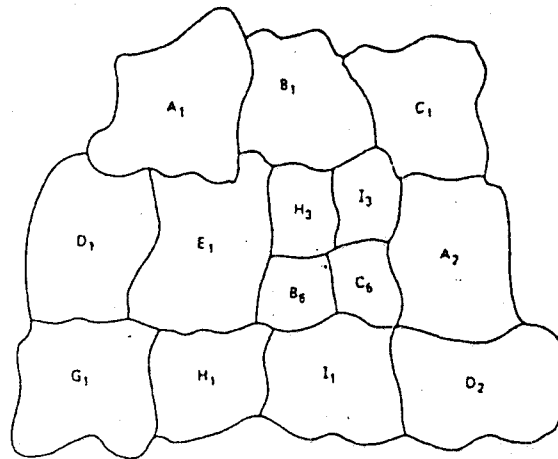
Satu kelompok kanal yang tersedia akan digunakan oleh satu cell, dengan demikian kebutuhan trafik dalam beberapa cell akan mencapai kapasitas dari cell yang memiliki S kanal. Perkembangan ulang batas-batas cell sehingga daerah yang sebelumnya merupakan cell tunggal harus dirubah menjadi beberapa cell dan menggunakan kelompok-kelompok kanal yang lain (kelompok kanal sebelumnya). Proses yang demikian disebut dengan istilah cell splitting atau pemecahan cell.

Pada gambar 4-2a diperlihatkan keadaan awal proses cell splitting, dimana cell yang pada mulanya bertanda F1 pada gambar 4-1 telah mencapai kapasitasnya.

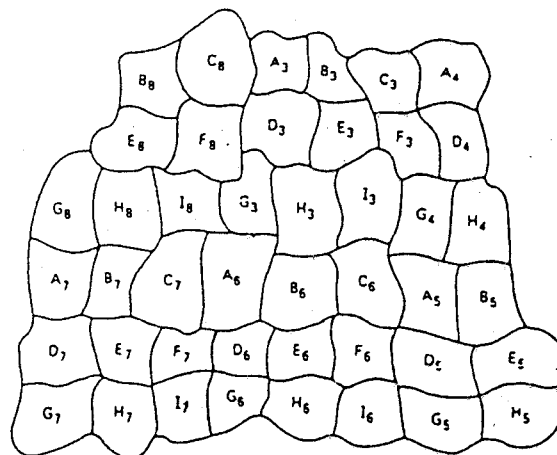
Dalam prakteknya proses pemecahan cell tidak terjadi secara serentak dan secepat seperti digambarkan pada gambar 4-2. Pada gambar 4-1 dan 4-2 terdapat kanal yang telah dibagi-bagi menjadi sembilan kelompok kanal yang berbeda dan diberi tanda A sampai H. Perkembangan dari tahap awal pada gambar

4-1. masing-masing kanal yang tersedia hanya dapat digunakan sekali dalam daerah yang dibentuk oleh cell-cell sampai berkembang mencapai tahap berikutnya dimana setiap cell menjadi empat cell yang berlainan (pada gambar 4-2b). Cell splitting akan melipatgandakan lintasan suara yaitu jumlah total hubungan telepon yang dapat terjadi pada daerah yang sama. Call splitting yang memperkecil luas setiap cell, memungkinkan sistem untuk menyesuaikan diri jaringan telepon (PSTN), dan sisi lainnya ke stasiun radio yang didistribusikan sesuai dengan daerah pelayanannya atau liputannya. Sentral telepon mobil dikenal dengan sebutan Mobile Telephone Exchange (MTX) dan stasiun radionya disebut Radio Base Station (RBS) sedang pesawat telepon mobil disebut Mobil Station (MS). Masing-masing RBS menyediakan kanal radio yang jumlahnya sesuai dengan kebutuhan trafik yang diramalkan. Daerah liputannya ada yang beririsan sehingga sebuah MS dapat berpindah dari satu stasiun (RBS) ke RBS lainnya tanpa mengalami interupsi ataupun pemutusan pembicaraan.

Sistem radio cellular mencatat lokasi masing-masing pelanggan mobil berada, sehingga dapat melakukan pelayanan penuh bagi pelanggan disetiap saat.



a) TAHAP AWAL



b) TAHAP BERIKUTNYA

GAMBAR 4-2

PETA CELLULAR YANG MENGGAMBAKAN PROSES CELL SPLITTING

Sistem telepon mobil cellular yang ada dewasa ini dapat dibedakan dalam hal :

- Ukuran maksimum pengembangan sistem
- Struktur jaringan antara MTX dan RBS, dan integrasi dari jaringan ini ke PSTN (Public Service Telephone Network)



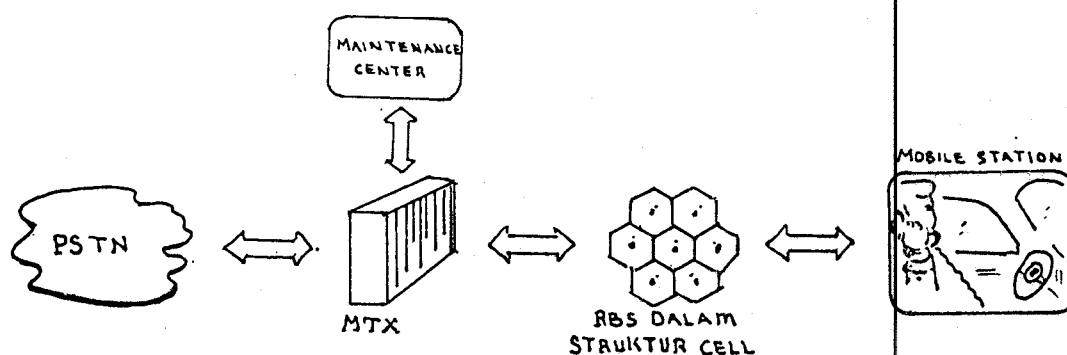
MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

- Distribusi " intelegensi " antara MTX, RBS, dan peralatan dari MS.
- Frekuensi transmisi, teknik modulasi, dan protokol signalling yang digunakan untuk lintasan radio
- Pelayanan yang ditawarkan bagi pelanggan

Struktur dasar yang sama, juga digunakan untuk sistem radio mobil cellular digital dan analog seperti disajikan pada gambar 4-3.

Pada gambar 4-3 terlihat bahwa elemen utama dari sistem telepon mobil sebagai berikut :

- MTX yang berfungsi sebagai pusat penyambungan dan kontrol untuk sistem telepon mobil dan sebagai interface antara pelanggan mobil dengan PSTN
- RBS yang berfungsi sebagai stasiun radio
- MS yang merupakan peralatan telepon



GAMBAR 4-3

STRUKTUR DASAR SISTEM TELEPON MOBIL CELLULAR

TABEL 4-1

PERBANDINGAN ASPEK OPERASIONAL STKB CELLULAR DAN CT

STKB CELLULAR	CORDLESS TELEPHONE
1. Berlangsungnya hubungan dan penerimaan panggilan dapat dilakukan secara otomatis dari stasiun mobil	1. Berlangsungnya hubungan antara Portable Set dan Fixed Set dilakukan dengan cara memilih kanal yang bebas secara otomatis atau dengan menggunakan kode identitas
2. Memiliki kemampuan untuk menampung panggilan dari beberapa pelanggan telepon mobil	2. Memiliki kemampuan untuk memilih kanal yang akan digunakan (bebas)
3. Kualitas suara terus menerus dikontrol dan handover dapat bekerja secara otomatis	3. Kualitas suara memiliki artikulasi lebih dari 80 % dan suara tidak dapat didengar dengan baik bila < 80 %

TABEL 4-2

PERBANDINGAN KARAKTERISTIK STKB CELLULAR DAN CT

STKB CELLULAR	CORDLESS TELEPHONE
1. Sistem dapat membangun hubungan secara otomatis dari base station ke pelanggan mobil	1. Sistem dapat membangun hubungan secara otomatis dari Fixed Set ke Portable Set yang dituju
2. Pelanggan mobil dapat bergerak secara bebas dalam daerah liputan, tanpa kehilangan kemampuan melakukan hubungan	2. Portable Set dapat dipindahkan secara bebas dalam radius FS, tanpa kehilangan kemampuan untuk melakukan hubungan
3. Dapat melakukan hubungan antara pelanggan mobil dengan pelanggan tetap (pelanggan telepon biasa)	3. Dapat melakukan hubungan antara pelanggan atau Portable Set dengan pelanggan lain
4. Pelanggan mobil tidak perlu memberitahu base station tentang posisi geografisnya, karena telah ditentukan secara otomatis oleh sistem (base station)	4. FS tidak dapat memberitahu lokasi PS seperti STKB cellular yang berfungsi untuk menentukan power transmisi yang dibutuhkan

IV.3 KARAKTERISTIK PROPAGASI

Kondisi propagasi dari sistem Cordless Telephone berbeda dengan propagasi telepon mobil. Hal ini dapat dijelaskan di bawah ini :

- Untuk propagasi telepon mobil, terjadi pada jarak yang cukup jauh (beberapa km) oleh sebab itu, power transmisinya lebih besar dari pada Cordless Telephone
- Propagasi antara base station dan body mobil adalah berbeda bila dibandingkan dengan Cordless Telephone, karena propagasi pada telepon mobil berlangsung pada base station yang agak tinggi (10 m - 200 m) dari body mobil

Dari dua perbedaan tersebut, maka karakteristik propagasi antara telepon mobil dan Cordless Telephone adalah berbeda. Makin besar jarak antara fixed set dan portable set, makin besar pula rugi-rugi propagasinya. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2-6 dalam bab 2. Disamping itu, tinggi antena juga mempengaruhi karakteristik propagasi. Makin tinggi antena dari tanah, noise ambient dan noise buatan manusia semakin kecil. Dengan demikian, terdapat perbedaan antara karakteristik propagasi telepon mobil dengan karakteristik propagasi Cordless Telephone.

IV.4 KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN

Keuntungan STKB cellular lebih banyak bila dibandingkan dengan Cordless Telephone, hal ini dikarenakan

oleh penggunaan dari masing-masing sistem yang berbeda.

IV.4.1 KEUNTUNGAN STKB CELLULAR DIBANDINGKAN DENGAN CORDLESS TELEPHONE

- Memiliki kapasitas pelanggan yang lebih besar, bila dibandingkan dengan CT
- Memiliki radius yang lebih jauh dari pada CT
- Dapat mengatur power transmisi yang akan digunakan, sebab lokasi pelanggan mobil dapat ditentukan.

IV.4.2 KERUGIAN STKB CELLULAR DIBANDINGKAN DENGAN SISTEM CORDLESS TELEPHONE

Di tinjau dari segi penggunaannya, masing-masing memiliki kelebihan untuk berkomunikasi. Pada dasarnya bila sistemnya yang dibandingkan, maka sistem cellular pada telepon mobil lebih unggul, karena sistem tersebut memiliki kerapatan trafik yang lebih besar. Kerugian sistem radio cellular dibandingkan dengan Cordless Telephone adalah sebagai berikut :

- Power transmisi yang dibutuhkan lebih besar.
- Terjadinya fading dan interferensi lebih besar.
- Noise buatan manusia lebih besar, seperti gedung-gedung yang tinggi.
- Tidak bisa digunakan di dalam kantor, perusahaan, maupun gedung dalam keadaan tertutup.

BAB V

PROSPEK PERKEMBANGAN

V.1 UMUM

Adanya permintaan untuk meningkatkan fleksibilitas dan mobilitas dalam dunia telekomunikasi khususnya Cordless Telephone system, menyebabkan para ilmuwan berusaha untuk menciptakan sistem yang lebih andal.

Cordless Telephone yang menggunakan modulasi analog memungkinkan terjadi interferensi dan crosstalk sangat besar. Usaha untuk menjamin terhindarnya dari gangguan tersebut dan menambah range fasilitas yang fleksibel serta jumlah pemakai yang sangat besar merupakan perencanaan dari Conference of European Postal and Telecommunications Administrations (CEPT).

Salah satu pelayanan yang akan diberikan pada Cordless Telephone yaitu sistem yang menggunakan digital. Hal ini diperlukan agar sinyal pada sisi penerima dapat diterima lebih baik. Sistem yang digunakan tersebut adalah speech coding digital dan modulasi radio digital. Selain memberikan kualitas yang baik, sistem juga dapat digunakan untuk komunikasi data.

Pada speech encoding, sistem dapat memberikan kualitas yang baik dan algoritmanya sesuai dengan adaptive differential pulse code modulation yang memiliki kecepatan 32 kbit /s (CCITT Recommendation G721). Sinyal audio yang dapat dikirimkan dari Portable Set ke Fixed Set dimultiplexing bersama-sama dengan lebar kanal radio 100 KHz. Pembagian kanal yang diberikan, digunakan teknik Frekuensi Division Multiple Access (FDMA). Untuk lebih efektif dan efisien, pemakaian FDMA dapat ditambah dengan menggunakan teknik Dynamic Channel Assignment (CDA). Teknik ini dapat diterangkan pada bagian selanjutnya dalam bab ini.

Agar sinyal lebih mudah dikirimkan, maka sinyal tersebut terlebih dulu dimodulasi. Dan modulasi yang digunakan adalah Frekuensi Shift Keying (FSK).

Di dalam perkembangannya, Advanced Cordless Telecommunications Service (ACTS) dalam United Kingdom telah dipilih suatu sistem digital hybrid TDD-FDMA yang sekarang menjadi spesifikasi standard militer di Inggris. Dalam hal ini, TDD (Time Division Duplex) merupakan operasi timbal balik dari sinyal yang dikirimkan (FS ke PS atau sebaliknya) dalam bentuk 1 ms burst-burst. Sistem ini dipilih setelah mempertimbangkan beberapa alternatif dari sistem lain, diantaranya Time Division Multiple Access, Code Division Multiple Access dan pembagian band konvensional FDMA. Alasan untuk tidak menggunakan sistem

diatas adalah masalah sinkronisasi, delay pembicaraan yang berlebihan dan menggunakan filter duplex.

V.2 TEKNIK MULTI CHANNEL ACCESS (MCA)

Teknik MCA ini merupakan suatu langkah maju di dalam perkembangan Cordless Telephone system. Dengan menggunakan sistem ini, tidak perlu menarik saluran telepon lagi dari sentral ke dalam satu lokasi (gedung, kantor).

Keuntungan - keuntungan penggunaan teknik multi-channel access adalah sebagai berikut :

- Dapat menghemat spektrum radio
- Kapasitas pemakai lebih besar
- Peralatan yang compatible dengan telepon biasa
- Lebih ekonomis
- Sistem dapat memberikan kualitas yang baik dan operasi sistem yang fleksibel
- Tidak memberikan penggunaan frekuensi yang rumit
- Sistem dapat menampilkan seperti telepon biasa
- Sistem memiliki keamanan terhadap interferensi

Setiap Cordless Telephone yang menggunakan teknik multichannel access, memiliki performance sebagai berikut:

- Dapat mencari kanal yang bebas
- Dapat memilih kanal pada Lintasan pembicaraann
- Dapat mendeteksi interferensi dari CT yang lain
- Dapat memilih Kode identitas yang sesuai

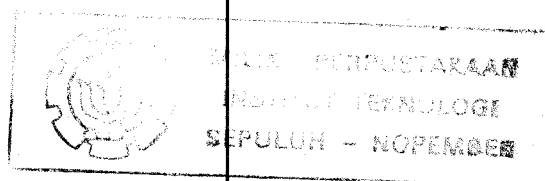
V.2.1 KONFIGURASI SISTEM DI NEGARA JEPANG DAN EROPAH

Dasar teknik ini dan disain sistem analog CT yang memakai teknik Multi Channel Access, umumnya tidak menggunakan pusat sistem pengontrol (central system controller). Di dalam hal ini ada dua sistem yang akan digunakan, yaitu sistem yang digunakan di Jepang dan sistem yang digunakan di negara Eropah. Karakteristik dari dua sistem tersebut dapat ditunjukkan dalam tabel 5-1.

TABEL 5-1¹⁶⁾
KARAKTERISTIK SISTEM

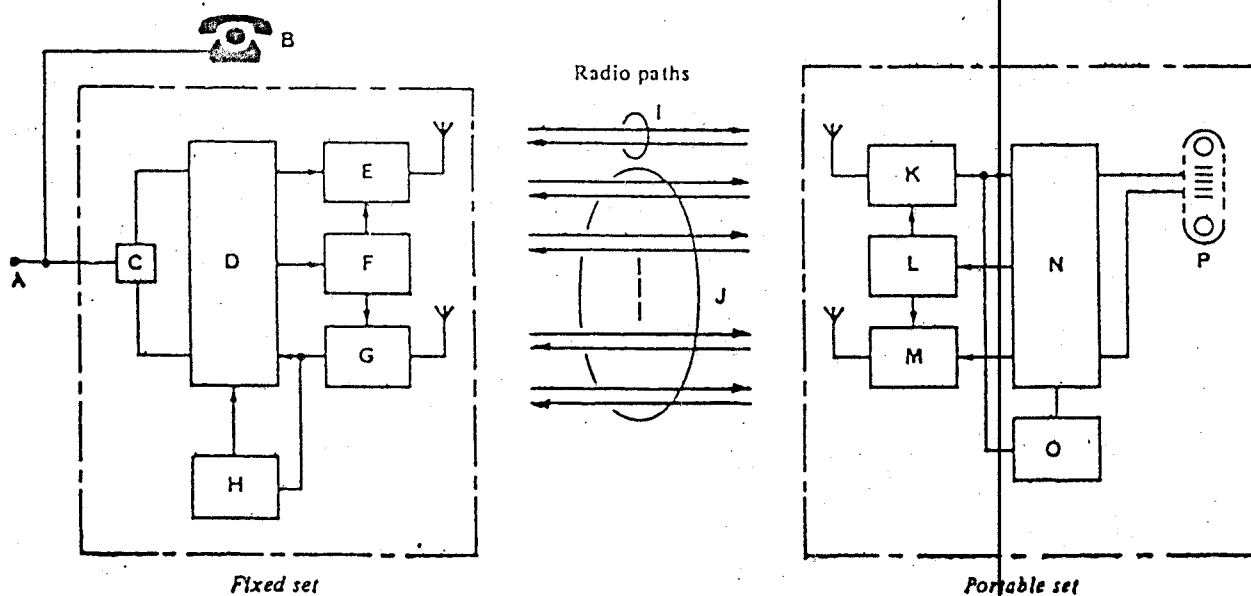
Items	System in Japan	System in European
Transmit frequency band (MHz)		
- fixed set	380-381	959-960
- portable set	253.5-254.5	914-915
Channel spacing (kHz)	12.5	25
Number of channels	46	40
Transmitter power (mW)		
- fixed set	6	max 10
- portable set	6	max 10
Typical service area (m)	- indoor : 50 m of FS - outdoor : 200 m of FS	- indoor : 50 m of FS - outdoor : 200 m of FS
Signal to noise ratio (dB)	40	45
Identification code	5.105 combinations	106 combinations

¹⁶⁾ CCIR Green Book. Report 1025, hal 246, 1986.



V.2.1.1 KONFIGURASI SISTEM DI JEPANG

Di negara Jepang konfigurasi sistem yang telah dipakai adalah tanpa menggunakan pusat pengontrol (central controller). Blok diagram Cordless Telephone system dengan menggunakan teknik MCA dapat ditunjukkan pada gambar 5-1.



GAMBAR 5-1¹⁷⁾

BLOK DIAGRAM CORDLESS TELEPHONE SYSTEM DENGAN TEKNIK MCA

¹⁷⁾ Ibid, hal 247.

A : subscriber line	I : control channel
B : ordinary telephone	J : speech channel
C : hybrid	K : receiver
D : signal controller	L : synthesizer
E : transmitter	M : transmitter
F : syntesizer	N : signal controller
G : receiver	O : idle channel detector
H : idle channel detector and interference detector	P : handset

Di dalam sistem ini, setiap Fixed Set dan Portable set dapat menjalankan fungsinya dengan cara mencari kanal yang bebas serta dapat mendeteksi interferensi dari Cordless Telephone lain. Selain itu sistem dapat menghubungkan pembicaraan setelah kanal terpilih.

Di dalam komunikasi antara Portable set dan Fixed Set terdapat urutan-urutan operasi. Urutan operasi atau Prosedur call setting up dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mode menunggu dan monitor

Dalam mode ini, Fixed Set selalu memonitor penggunaan kanal radio dengan cara menyelidiki secara teliti kanal yang bebas dan akan mengukur kuat medan dari kanal pembicaraan yang digunakan. Sebagai hasil dari operasi ini,

kanal yang bebas dapat dipilih dan disimpan dalam memory yang sewaktu-waktu dapat digunakan untuk komunikasi antara FS dan PS.

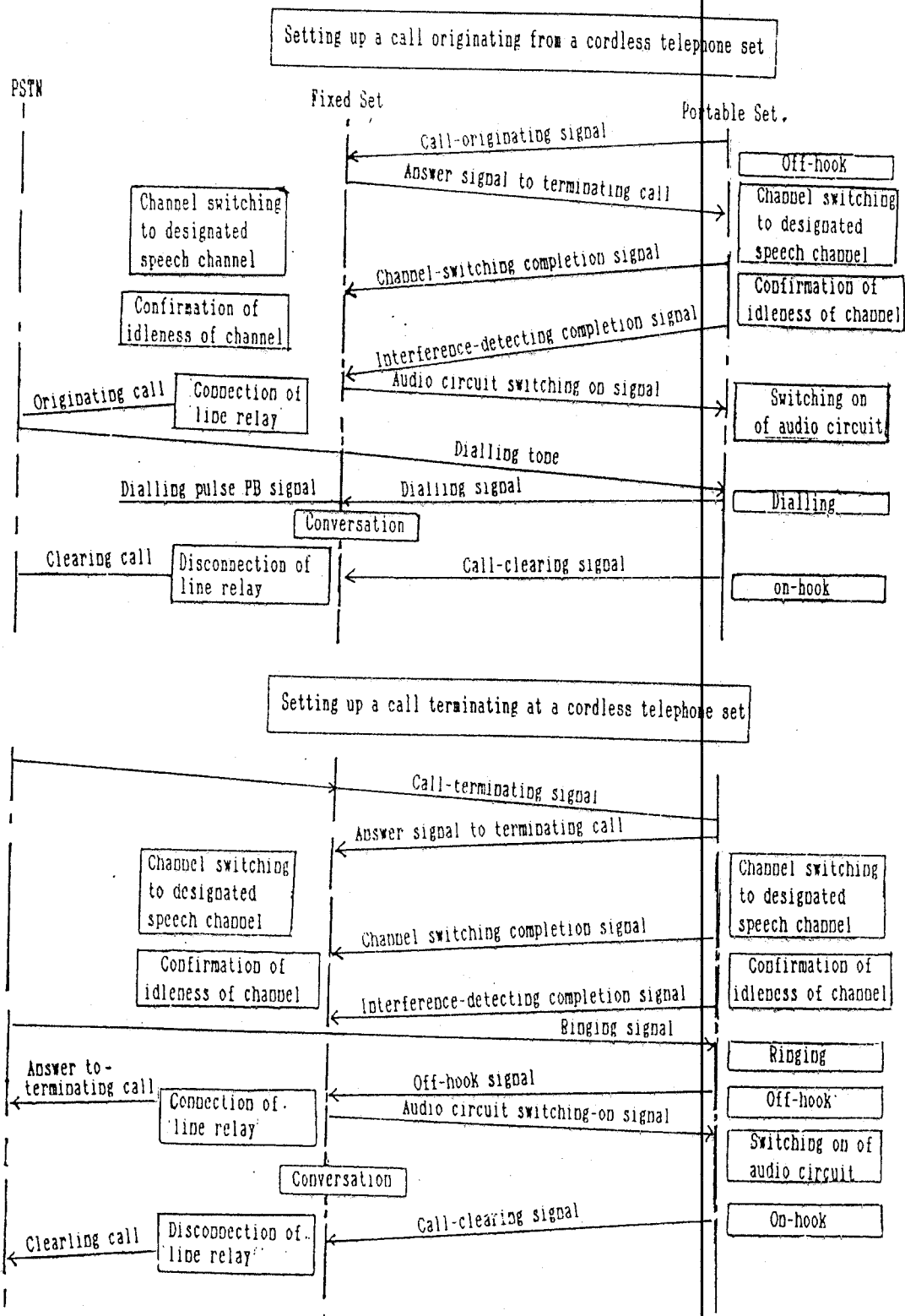
2. Mode panggilan

Ketika panggilan masuk, control channel (pengontrol kanal) dari Fixed Set menghubungkan sinyal pembicaraan ke Portable Set. Control channel tersebut memberikan kanal bebas yang telah tersimpan di dalam memory, kemudian switch dari Fixed Set dan Portable Set menunjuk lintasan radio pada kanal yang bebas.

3. Mode pembicaraan antar pelanggan

Seandainya Portable Set digerakkan atau berpindah selama dalam komunikasi dengan Fixed Set, ada kemungkinan terjadi interferensi dari Cordless Telephone lain, maka dari itu FS selalu memonitor kanal pembicaraan selama komunikasi (pembicaraan) berlangsung. Jika interferensi dapat dideteksi, lintasan radio akan berpindah ke kanal bebas yang telah tersimpan dalam memory.

Prosedur berlangsungnya hubungan antara Fixed Set dan portable Set dapat ditunjukkan pada gambar 5-2.



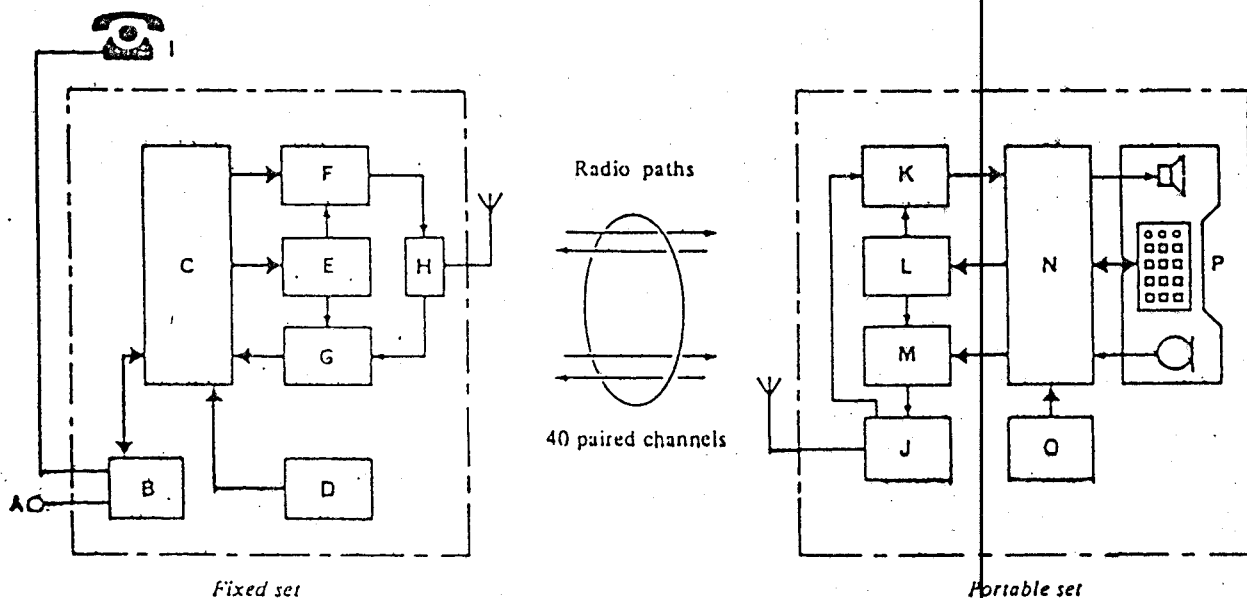
GAHBAR 5-2181

PROSEDUR KOMUNIKASI ANTARA FIXED SET DAN PORTABLE SET

18) Ibid, hal 248.

V.2.1.2 KONFIGURASI SISTEM DI NEGARA EROPAH

Di negara Eropah, konfigurasi sistem yang telah dipakai untuk menghubungkan frekuensi radio antara Fixed Set dan Portable Set adalah tanpa menggunakan control channel (pengontrol kanal). Sistem ini kebalikan dari sistem yang digunakan di negara Jepang yang memakai control channel. Konfigurasi sistem tersebut dapat ditunjukkan pada gambar 5-3.



GAMBAR 5-3¹⁹⁾

KONFIGURASI SISTEM

¹⁹⁾ Ibid, hal 249.

A : subscriber line	J : duplexer
B : line interface	K : receiver
C : signal controller and CPU	L : syntesizer
D : identification code PROM	M : transmitter
E : frequency syntesizer	N : signal controller and CPU
F : transmitter	O : identification code PROM
G : receiver	P : handset
H : duplexer	
I : associated telephone	

Di dalam komunikasi antara Portable set dan Fixed Set terdapat urutan-urutan operasi. Urutan operasi atau Prosedur call setting up dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mode menunggu

Dalam mode ini, receiver setiap Fixed Set dan Portable Set dapat menyelidiki kanal radio yang digunakan, dan mencari sinyal yang berisi kode identitas yang sama.

2. Mode panggilan

Pada waktu memerlukan kanal radio baik dari FS ataupun PS, sistem akan mencari kanal duplex yang bebas. Pada saat ditemukan kanal yang bebas, receiver

berhenti mencari dan transmitter akan menempati sesuai dengan frekuensi dari kanal duplex serta mengirimkan kode identitasnya pada frekuensi tersebut. Proses selanjutnya transmitter berhenti mengirimkan kode identitas dan kanal radio dapat digunakan untuk transmisi dial tone dan pembicaraan.

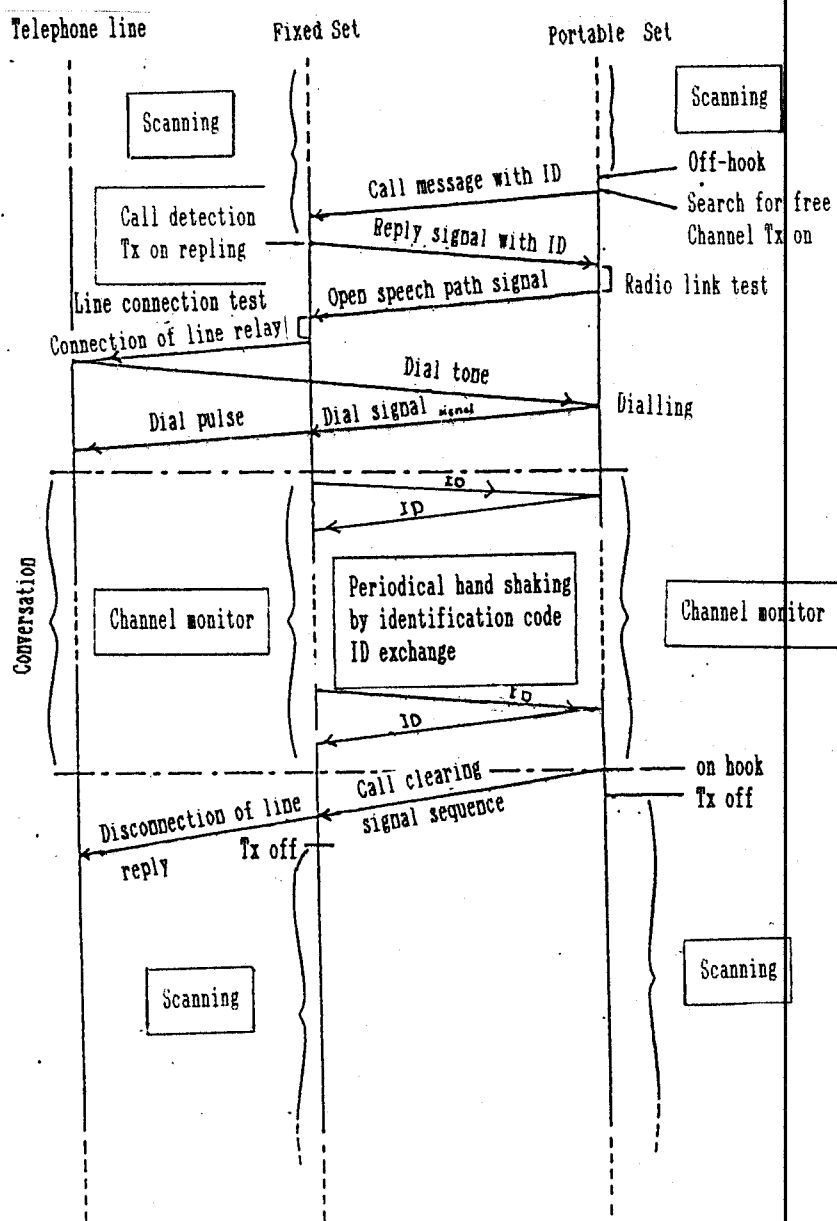
3. Mode komunikasi antar Fixed Set dan Portable Set

Untuk menentukan selanjutnya, sistem menutup dari Cordless Telephone lain. Sedangkan urutan identitasnya berjalan secara periodik.

4. Mode pemutus hubungan

Ketika hubungan frekuensi radio diakhiri, rangkaian RF segera memutuskan dan Cordless Telephone kembali dalam keadaan bebas.

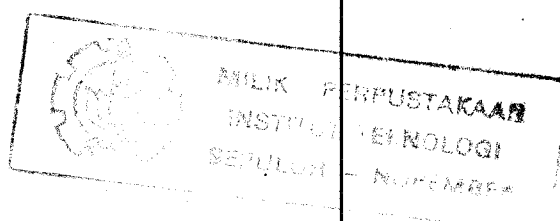
Prosedur berlangsungnya hubungan antara Fixed Set dan portable Set dapat ditunjukkan pada gambar 5-4.

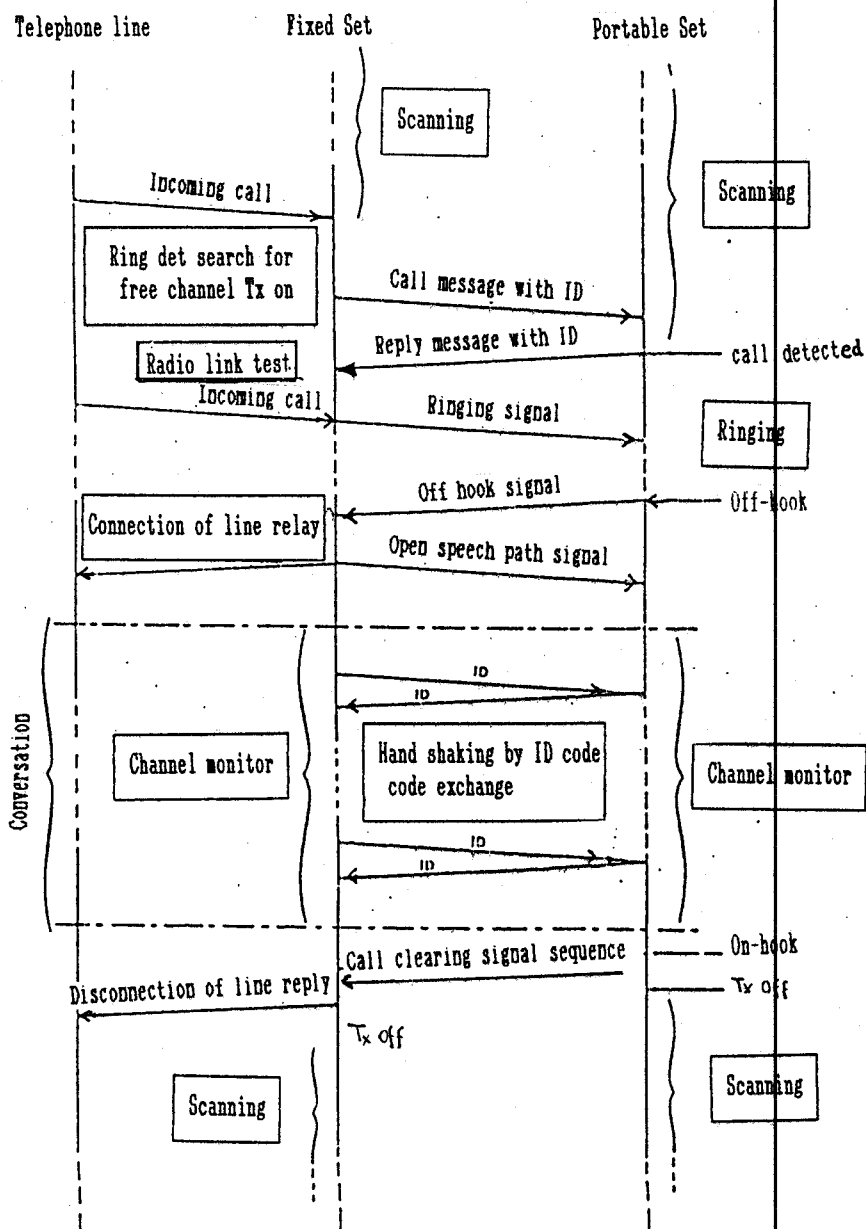


GAMBAR 5-4a²⁰¹

PROSEDUR PANGGILAN

20) Ibid, hal 25f.





GAMBAR 5-4b²¹⁾

PROSEDUR AKHIR

²¹⁾ Ibid, hal 252.

V.2.2 TRANSMISI RADIO DIGITAL

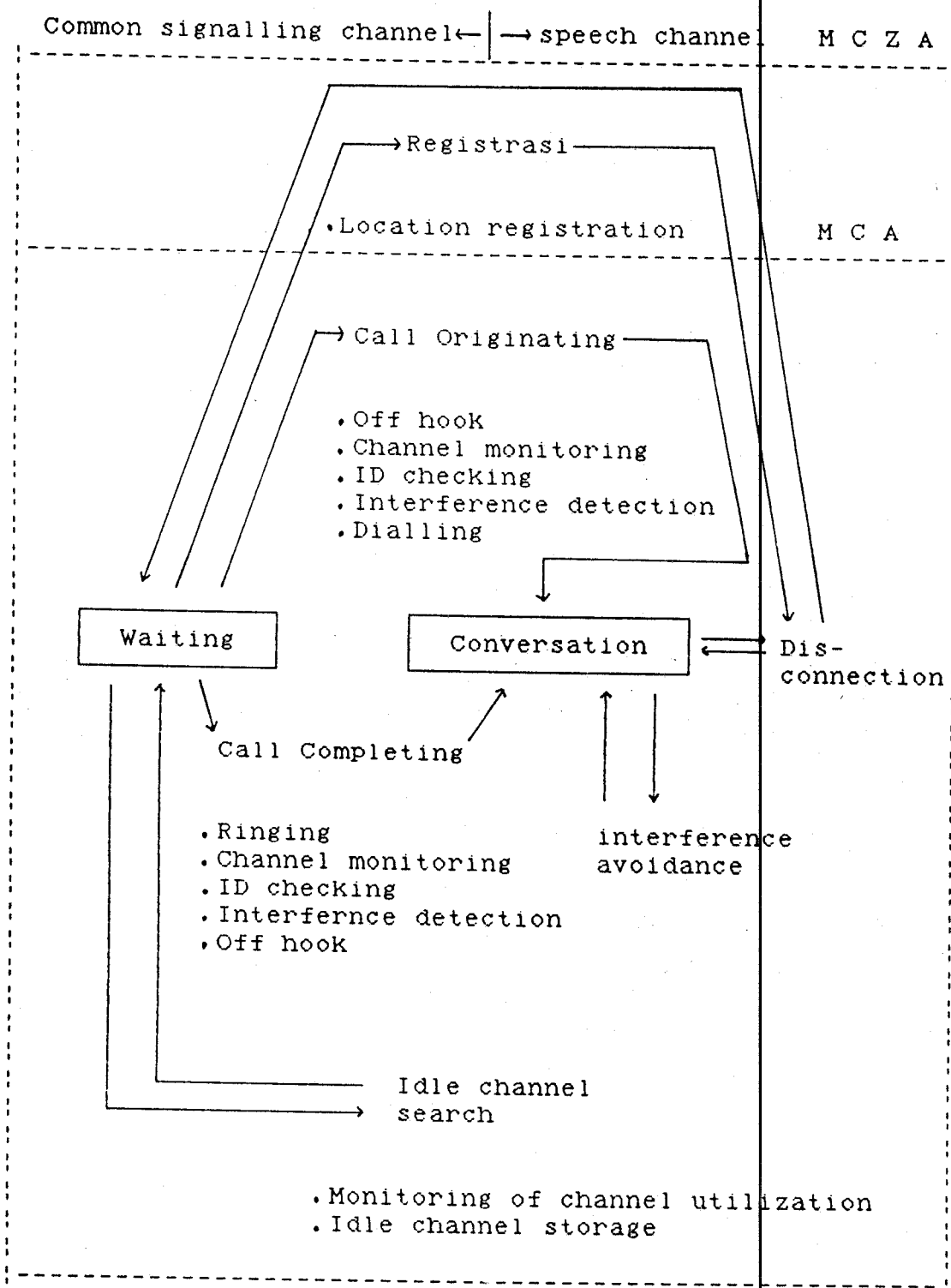
Semua pasangan Fixed Set (FS) dan Portable Set (PS) mempunyai fungsi dan operasi yang sama seperti yang ditunjukkan pada gambar 5-5. Sistem juga memiliki keuntungan yang sama dengan modulasi analog, tetapi kemungkinan terjadi gangguan lebih kecil.

Pada waktu ada sinyal panggilan, PS tidak dapat menerima dengan kode identitas yang berbeda dari FS. Sebaliknya Fixed Set juga tidak dapat memilih lintasan pembicaraan, bila PS memiliki kode identitas yang berbeda.

V.2.2.1 TEKNIK MULTICHANNEL ZONE ACCESS (MCZA) DAN TEKNIK DESENTRALISASI

Secara garis besar teknik desentralisasi dan MCZA pada Cordless Telephone dinyatakan sebagai berikut :

1. Fixed set dapat diletakkan dimana saja dalam area tertentu.
2. Sistem dibuat dengan power transmisi beberapa milliwatts yang memungkinkan suatu peralatan tidak terlalu rumit.
3. Jika Fixed Set gagal, pengaruh terhadap penampilan sistem selama sistem beroperasi adalah kecil.
4. Frekuensi radio dapat diulang kembali, sehingga dapat menghemat penggunaan frekuensi.



GAMBAR 5-522)

DIAGRAM TRANSMISI MCA DAN MCZA

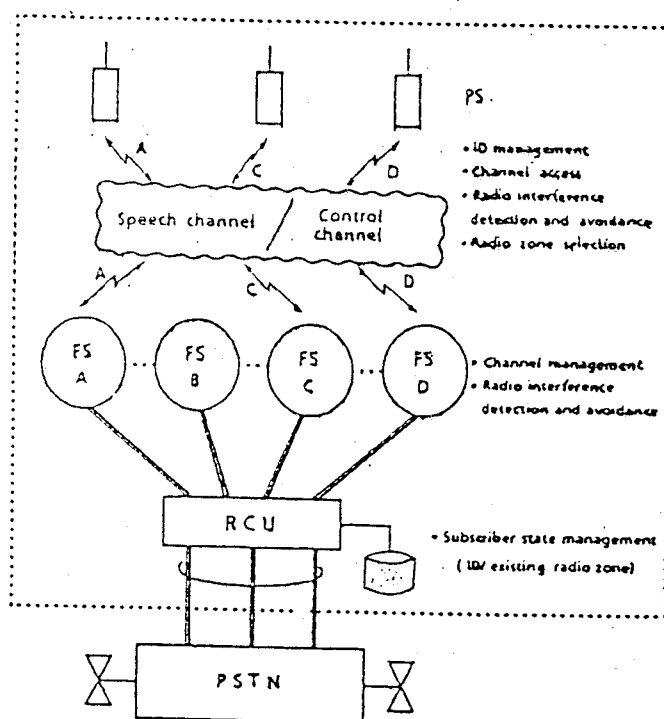
22) Takeshi Hattori, Akio Sasaki, "Emerging Technology and Service Enhancement for Cordless Telephone Systems", IEEE Communications Magazine, Vol 26, No 1, hal 56, January 1988.

Di dalam perkembangan, agar lebih efektif maka penggabungan antara desentralisasi dan multi channel zone access diberi kontrol desentralisasi. Prosedur kontrol desentralisasi dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Kontrol link radio antara FS dan PS dapat di proses secara otomatis
2. FS dan PS dapat masuk ke dalam semua kanal radio yang telah dialokasikan ke dalam sistem
3. Kanal radio terdiri dari suara dan control channel. Control channel tersebut terdistribusi dan digunakan pada seluruh zone radio. Sedangkan sinyal kontrol yang dikirimkan dalam bentuk mode paket.

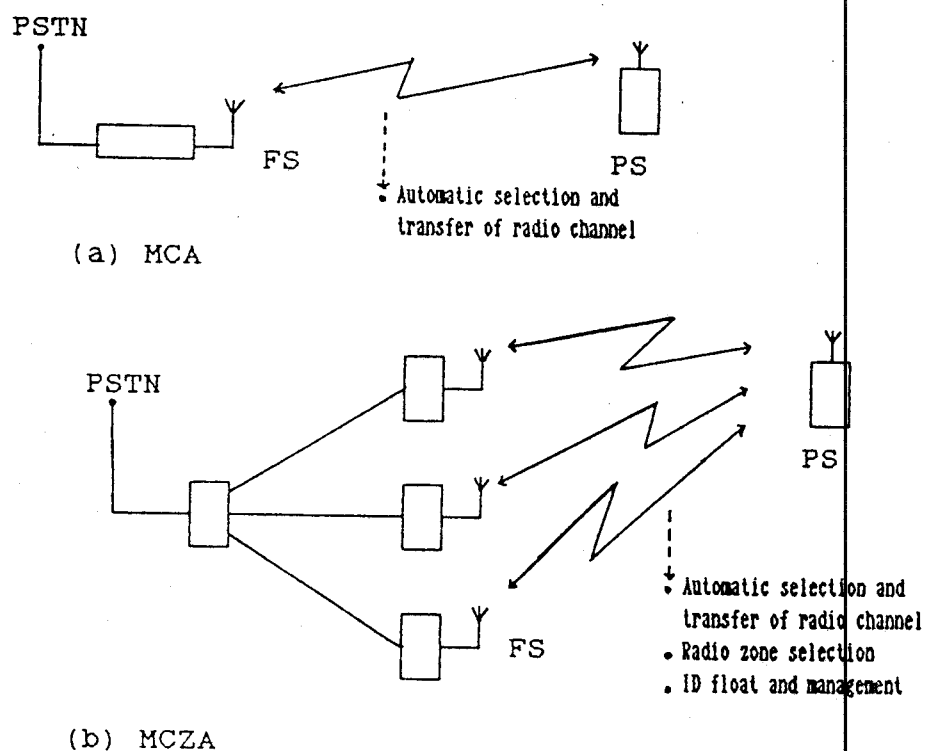
Konfigurasi sistem tersebut dapat dijelaskan pada gambar 5-6.

Suatu hal yang sangat baik di dalam sistem MCZA, yaitu selalu menggunakan sistem yang lebih canggih. Perencanaan selanjutnya untuk sistem ini adalah satu Fixed Set dapat memiliki beberapa Portable Set dan menggunakan pasangan kode identitas yang berbeda. Sistem ini dinamakan teknik ekspansi dari sistem desentralisasi MCA dengan menggunakan seleksi kode identitas. Sistem ini dapat ditunjukkan dalam gambar 5-7.



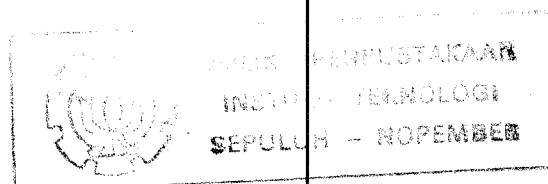
GAMBAR 5-6

KONSEP DARI KONFIGURASI SISTEM



GAMBAR 5-7

TEKNIK PENAMBAHAN ACCESS



V.2.2.2 GABUNGAN ANTARA SISTEM KONFIGURASI DESENTRALI - SASI DAN MCZA

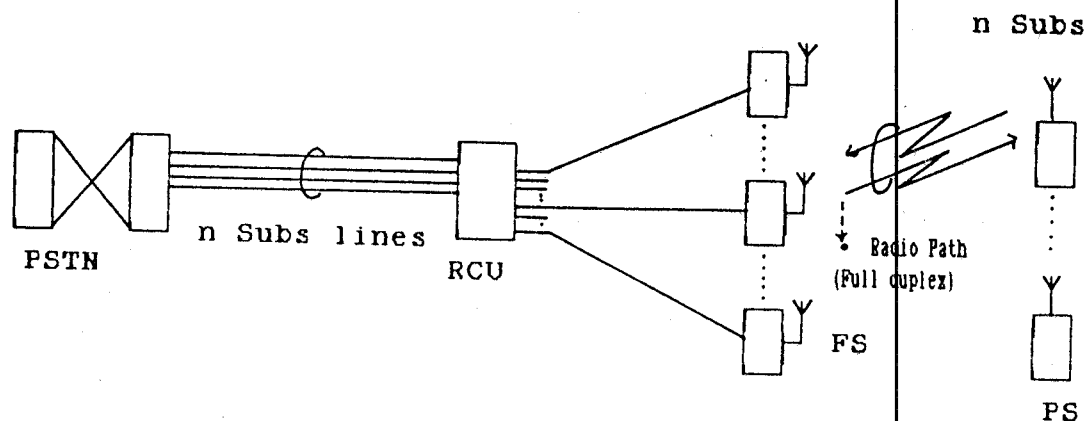
Type penggabungan antara desentralisasi dan MCZA merupakan peningkatan pelayanan yang diberikan pada pelanggan pemakai Cordless Telephone. Konfigurasi dari sistem ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Sistem multizone desentralisasi (DCM) memiliki unit pengontrol link radio (RCU), yang terletak diantara Fixed Set dan Public Switch Telephone Network (PSTN)
- Jumlah Fixed Set dan Portable Set terdistribusi dalam rumah atau gedung yang dapat ditunjukkan dalam gambar 5-8
- Portable Set dapat berkomunikasi dengan beberapa Fixed Set
- Antara RCU dan FS dihubungkan oleh beberapa saluran, sesuai dengan jumlah Fs
- Setiap saluran pelanggan disesuaikan dengan masing-masing PS

Sistem Desentralisasi Multizone (DCM) dibagi kedalam tiga bagian :

1. Antara RCU dan PSTN
2. Antara FS dan RCU
3. Antara PS dan FS

Perencanaan sistem desentralisasi multizone (DCM) dapat ditunjukkan dalam tabel 5-2. Dalam hal ini RCU dapat digunakan menerima dan mengirim kode identitas.



GAMBAR 5-8

KONFIGURASI SISTEM DCM

TABEL 5-2

RENCANA SISTEM DCM

Item		Specifications
Radio Frequency Band		VHF/UHF
Transmission System		SCPC/FDMA
Type of Modulation		Analog FM SP-FSK
Channel Allocation		DCA Using Decentralized MCZA
Control Scheme		MCZA
sig- naling	PSTN-RCU	Ordinary Telephone Signaling (DTMF or Pulse Dial and dc signaling) Two-Wire Transmission
	RCU-Fixed Set	DTMF or FSK & dc Reverse Signaling Two-Wire Transmission
	FS - PS	Digital Radio transmission

Unit pengontrol link radio (RCU) mempunyai tabel memory yang berisi seluruh kode identitas dari Portable Set (PS) dan Fixed Set (FS). PS dapat berkomunikasi dengan FS yang lain melalui FS yang sama kode identitasnya. Hubungan antar PS dengan FS yang lain dikontrol oleh RCU, karena RCU yang dapat menunjukkan ke FS yang dituju. RCU dapat menerima kode identitas PS maupun FS setiap waktu, karena kode identitas masing-masing telah dialokasikan dalam register.

V.3 TEKNIK DYNAMIC CHANNEL ASSIGNMENT (CDA)

DCA adalah sistem yang digunakan untuk memilih kanal dan dapat menutup interferensi pada Cordless Telephone lain. Teknik ini sangat baik untuk peralatan radio multiplexing, karena dapat mendeteksi kanal yang digunakan dan selalu memonitoring interferensi setiap kanal.

Ada dua DCA yang digunakan dalam Cordless Telephone system antara lain :

- Dedicated Control Channel Scheme (DCCS)
- Control-Channel-Less Scheme (CCLS)

Ketika Cordless telephon beroperasi dengan menggunakan DCCS, Fixed Set dan Portable Set secara terus menerus memonitoring kanal kontrol. Sistem dapat mencari kanal yang bebas dan memilih kanal yang terbaik untuk digunakan.

Sedangkan di dalam CCLS, sistem secara terus

menerus mencari dengan teliti seluruh kanal, menguji dan merekam bagian yang sibuk atau kosong. Seperti pada DCCS, sistem selalu memilih kanal yang dapat digunakan. Tetapi pada teknik CCLS ini, pemilihan kanal dilakukan di bagian kanal yang telah direkam.

Salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi pemilihan teknik diatas adalah kapasitas trafik pada setiap kanal.

V.3.1 KAPASITAS TRAFIK

Suatu trunk memiliki N kanal dan trafik yang ditawarkan adalah E_k dengan grade of service (GOS) yang dapat dilihat pada tabel erlang B. Untuk sistem DCCS, satu kanal digunakan untuk signalling, sehingga trafiknya menjadi E_{k-1} dan kanal yang ditawarkan $N - 1$.

Sedangkan untuk sistem CCLS, total trafik signalling yang berada pada seluruh kanal adalah S_k . Maka dari itu, total trafik pembicaraan yang ditawarkan pada sistem adalah $E_k - S_k$. Sehingga Untuk sistem CCLS trafik yang di bawa lebih banyak dari pada sistem DCCS.

Untuk sistem CCLS kapasitas trafik tergantung pada beberapa faktor seperti jumlah kanal, frequency synthesiser's scanning time, jumlah pemakai, lamanya panggilan, kecepatan panggilan dan panjangnya sinyal informasi.

Di dalam menentukan kecepatan panggilan, diasumsikan untuk setiap pemakai menghasilkan dan menerima A erlang trafik pembicaraan dan memiliki lamanya panggilan rata-rata D. Maka dengan diketahui parameter tersebut kecepatan panggilan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$L = \frac{A}{D} \dots\dots\dots (5-1)$$

Lamanya proses signalling t sama dengan waktu yang diperlukan untuk menerima scan dan test seluruh kanal setiap informasi yang tergantung diantara informasi yang dikirimkan dan bentuk signalling. Maka dari itu :

$$t = t_s N \dots\dots\dots (5-2)$$

dimana : t_s = receiver scanning dan decoding time per kanal

N = jumlah dari kanal dalam sistem

Seperti yang telah ditunjukkan, bahwa sistem CCLS membawa trafik lebih banyak dari pada sistem DCCS dan dinyatakan sebagai berikut :

$$E_k - S_k > E_{k-1} \dots\dots\dots (5-3)$$

$$S_k > E_k - E_{k-1} \dots\dots\dots (5-4)$$

Seandainya traffic signalling dalam sistem CCLS terbagi sama pada N kanal dan pemilihan secara acak terhadap kanal yang digunakan adalah periode yang cukup

panjang, maka S_N/N harus kurang dari $(E_N - E_{N-1})/N$.

Dengan mengasumsikan jumlah total dari sinyal informasi yang dikirimkan termasuk pengiriman ulang dari informasi yang tertinggal adalah R per kanal, maka :

$$S_N/N = R t \quad \dots\dots\dots (5-5)$$

Jika sinyal informasi dikirimkan pada kanal yang telah dipilih dan jumlah informasi yang baru adalah r , maka dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$r t = R t \exp (-R t) \quad \dots\dots\dots (5-6)$$

$$r = K L \quad \dots\dots\dots (5-7)$$

$$K A t / D = R t \exp (-R t) \quad \dots\dots\dots (5-8)$$

dimana : K = pemakai setiap kanal

L = kecepatan panggilan

A = trafik pembicaraan

t = lama proses signalling

D = lama panggilan rata-rata

Jumlah maksimum pemakai setiap kanal adalah :

$$K_{\max} = \frac{E_N}{N A} \quad \dots\dots\dots (5-9)$$

Sedangkan lama maksimum signalling dapat diperoleh dari substitusi persamaan 5-9 ke dalam persamaan 5-8 :

$$t = (N D / E_N) \{ R t \exp (-R t) \} \quad \dots\dots\dots (5-10)$$

Dengan substitusi persamaan 5-2 ke persamaan 5-10, didapat receiver scanning dan decoding time per kanal sebagai

berikut :

$$ts = (D/E_H) \{Rt \exp (-Rt)\} \dots\dots\dots (5-11)$$

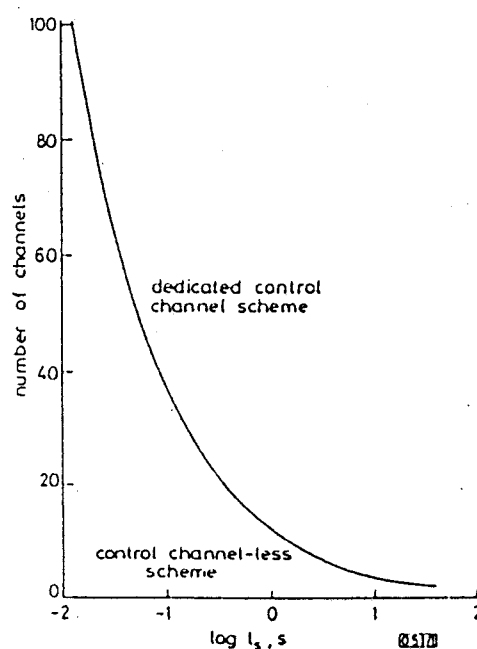
Untuk mendapatkan syarat batas antara DCCS dan CCLS dapat digunakan persamaan 5-4 dan 5-5 :

$$S_H/N = (E_H - E_{H-1})/N = Rt \dots\dots\dots (5-12)$$

Sehingga persamaan 5-11 menjadi :

$$ts = (D/E_H) \{ (E_H - E_{H-1})/N \exp - (E_H - E_{H-1})/N \} \dots (5-13)$$

Di dalam prakteknya sistem yang lebih banyak digunakan adalah CCLS, sebab CCLS lebih efisien dari pada DCCS. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5-9.



GAMBAR 5-9²³⁾

SYARAT BATAS ANTARA CCLS DAN DCCS UNTUK CORDLESS TELEPHONE

23) P.A. Al-Salihi, "Dynamic Channel Allocation Schemes For Cordless Telephones", Electron Lett, Vol 21, No 10, hal 421, May 1985.

V.4 STRUKTUR MICROCELLULER

Dari penelitian penggunaan lalu lintas telepon di London, pemakaian jasa komunikasi mencapai tingkat yang tinggi. Maka dari itu, untuk memenuhi pelayanan ini, Advanced Cordless Telecommunications Service (ACTS) meningkatkan pelayanan dengan kerapatan pemakai sampai 5000 per Km² dan kerapatan trafik yang ditawarkan sebesar 800 erlang/Km². Lokasi yang baik digunakan untuk sistem ini adalah di dalam gedung besar, flat dan lain-lain. Dari estimasi jumlah pemakai dan kapasitas trafik yang diizinkan, maka jumlah kanal komunikasi diperlukan untuk pelayanan dapat ditentukan.

Penggunaan ulang kanal radio dalam suatu gedung disebabkan oleh kerapatan pelanggan yang besar. Untuk mengatasi masalah ini, maka diperlukan suatu sistem yang dapat menampung banyak pemakai yaitu dengan struktur microcelluler. Sistem ini dapat melalui udara atau dengan menggunakan kabel.

Seandainya jumlah dari Cordless Telephone (CT) untuk setiap cell disimbulkan s. Kemudian trafik per CT (erlang) dinotasikan dengan huruf e. sedangkan Grade Of Service (GOS), atau blocking probability sebesar 0.004 (yang terdapat pada Fixed Set) maka jumlah kanal yang dikehendaki untuk mencapai harga ekspektasi es adalah

sebagai berikut :

$$n = \frac{4 \cdot e \cdot s}{3} + 4 \dots\dots\dots (5-14)$$

Untuk menentukan kerapatan Cordless Telephone per km² diperlukan parameter parameter yang harus diketahui antara lain :

Rata-rata area kantor per Cordless extension = a

Area tanah yang ditempati oleh kantor = G

Perbandingan dari kantor dengan Cordless extension = p

Jumlah rata-rata dari lantai per gedung per km = F

Maka kerapatan Cordless Telephone per km² adalah :

$$D = \frac{FGp}{a} \dots\dots\dots (5-15)$$

Dan jumlah dari cell-cell per km² adalah

$$\frac{FGp}{sa} \dots\dots\dots (5-16)$$

dimana : sa = Total area dalam satu cell

Bila setiap cell membawa es erlang, maka total trafik yang ditawarkan per km² adalah

$$T = \frac{FGpe}{a} \dots\dots\dots (5-17)$$

dimana : e = trafik setiap CT

Maka jumlah kanal N untuk setiap cell sebagai berikut :

$$N = Z_n = \frac{4Zes}{3} + 4Z \dots \dots \dots (5-18)$$

dimana : Z = jumlah dari pemisahan cell

Sehingga trafik per km² per kanal radio adalah

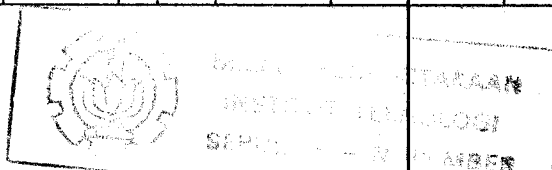
$$H = \frac{T}{N} \dots \dots \dots (5-19)$$

Dalam hal ini, yang merupakan masalah yang sangat penting adalah memisalkan harga dari parameter trafik. Dan ini dapat dijelaskan pada tabel 5-3 untuk daerah yang memiliki kerapatan rendah, medium dan tinggi.

TABEL 5-3²⁴⁾

KERAPATAN CORDLESS TELEPHONE DAN TRAFIK

Parameter	F	G	p	e	a x10 ⁻⁵	Z	s	T	N	H	D
Low density	3	0.2	0.3	0.15	20	7	30	135	70	1.9	900
Medium density	5	0.4	0.5	0.17	10	8	40	1700	105	16.2	10000
High density	7	0.6	0.7	0.19	5	9	50	11172	150	74.5	58800



²⁴⁾ Andrew J. Monley, "Advanced Cordless Telecommunications Service", IEEE journal on selected areas in communications, Vol Sac 5, No 5, June 1987, hal 776.

Dari hasil analisa tidak ada perhitungan secara langsung terhadap sistem di atas yang dapat diterapkan untuk metoda modulasi radio, karena pemilihan parameter ini mempengaruhi kapasitas sistem yang dapat digunakan dan efisiensi spektrum yang digunakan untuk menekan adanya interferensi. Dalam hal ini, jumlah dari cell (Z) harus dibagi untuk spektrum yang digunakan.

Di negara Eropa, jumlah band frekuensi telah dipertimbangkan untuk pelayanan pemakai Cordless Telephone. Tetapi, sebagian besar telah di titik beratkan pada band frekuensi 900 Mhz, sedangkan United Kingdom mengalokasikan band pada 864 - 868 Mhz. Keuntungan 900 Mhz adalah dapat menekan level noise buatan manusia dan panjang antena yang digunakan lebih pendek.

Diantara spektrum radio yang dikehendaki, dapat diestimasi dari model sistem. Diasumsikan, bahwa Cordless Telephone terdistribusi merata ke dalam 2 dimensi. Perhitungan dilakukan pada jam-jam sibuk dengan trafik per km² T erlang. Seandainya CT diletakkan menurut struktur hexagonal dengan jarak cochannel d, maka area untuk semua kanal yang dapat digunakan adalah :

$$A = \frac{d^2 \cdot \sqrt{3}}{2} \dots \dots \dots (5-20)$$

V.5 CONTOH PERENCANAAN SISTEM

Dalam melakukan perencanaan sistem, ada faktor-faktor yang perlu diketahui antara lain :

- Langkah-langkah perencanaan, yang meliputi data atau parameter yang dibutuhkan dan perhitungan-perhitungan yang perlu dilakukan.
- Hasil perencanaan, yang merupakan tujuan akhir dari sistem yang diinginkan.

V.5.1 LANGKAH-LANGKAH PERENCANAAN

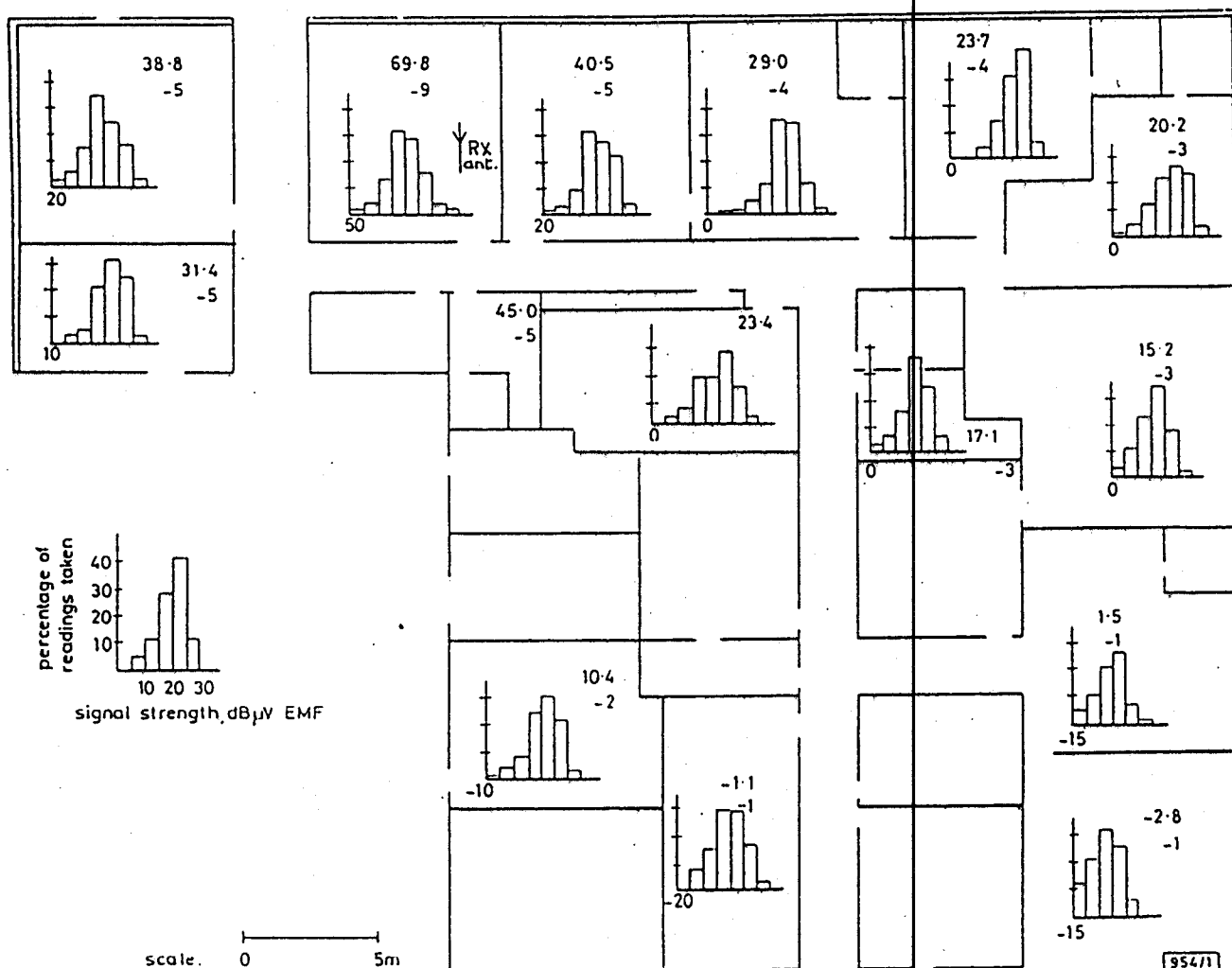
Sebelum menentukan langkah perencanaan, yang harus diketahui terlebih dahulu adalah band frekuensi yang digunakan. Dalam hal ini diberikan contoh untuk frekuensi radio 900 MHz.

Langkah perencanaan yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Data yang diperlukan

- Obyek yang akan dilakukan perencanaan. Kontruksi gedung yang digunakan adalah kontruksi baja.
- Karakteristik propagasi dari obyek yang akan digunakan. Hal ini sangat penting untuk menentukan power transmisi suatu pemancar. Data karakteristik propagasi dapat ditunjukkan dalam gambar 5-10.
- Karakteristik gedung untuk propagasi frekuensi 900 MHz. Karakteristik ini penting untuk komunikasi radio

di dalam gedung. Data dari karakteristik ini dapat ditunjukkan pada tabel 5-4.



GAMBAR 5-10²⁵⁾

DISTRIBUSI HISTOGRAM

KUAT SINYAL RATA-RATA DAN BIT-ERROR RATE

KUAT SINYAL RATA-RATA = 19.2 dBμV EMF
 BER RATA-RATA = 10^{-5}
 DAYA SUMBER = 1 mW
 KONSTRUKSI GEDUNG = BAJA

²⁵⁾ S.E. Alexander, Radio Propagation Within Building At 900 MHz, Electronics Letters, Vol 18, No 21, Oktober 1982, Hal 913.

TABEL 5-4²⁶⁾

DAERAH LIPUTAN DAN GRADIENT

Building	Construction	Coverage 1 mW (a) distance	Distance/ power law (gradient)	Correlation (h)	Spread ± dB (c)
1 offices	brick	17 m	3.9	0.97	8
2 " 1st floor*	brick	12 m	3.9	0.86	10
" gnd floor	"	12 m	3.9	0.96	6
3 " "	brick/block/plasterboard, reinforced concrete shell	25 m	6.1	0.89	16
4 " gnd floor*	brick/plasterboard	> floor	5.3	0.99	1
1st		16 m	4.3	0.94	12
2nd		12 m	4.8	0.95	8
through floors 1, 2, 3, 4, 5	reinforced concrete floors	10 m	5.1	0.98	3
5 offices 1st floor*	plasterboard with	27 m	6.2	0.95	9
gnd floor	metal support studding	8 m	3.1	0.93	6
6 laboratory	block plus some metal faced partitioning	20 m	6.5	0.96	8
7 offices	plasterboard	30 m within 60 m outside	2.8	0.75	16
8 " "	plasterboard	32 m	3.7	0.96	7
9 " "	steel	10 m	5.7	0.92	10
10 house	brick/breeze/plasterboard	> building	1.4	0.54	7
11 " "	brick/breeze block	"	4.0	0.76	7
12 " "	brick/breeze block	"	2.2	0.70	12
13 workshop	open plan	60 m	2.5	0.97	4
14 hangar	open plan	> building	1.2	0.99	1

a Radial extent of coverage area with 1 mW source power

b Correlation is the degree of fit of the best fitting straight line computed by linear regression

c Spread is the maximum scatter of the points about the line

* Base receiver remains on this floor when measuring other floors in this building

b. Perhitungan atau Pengukuran.

- Bentuk dan dimensi gedung, yang tujuannya untuk menentukan jarak maksimum (radius) antara Fixed Set dan Portable Set (D).
- Rugi-rugi propagasi di dalam gedung. Hal ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$L = 32.44 + 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \dots\dots (5-21)$$

²⁶⁾ M. Boumaour, F. Van de Vele, Characterising Building For Propagation At 900 MHz, Electronics Letters, Vol 19, No 20, September 1983, Hal 860.

- Level sinyal $s(\text{dB}) = -m \log D$.

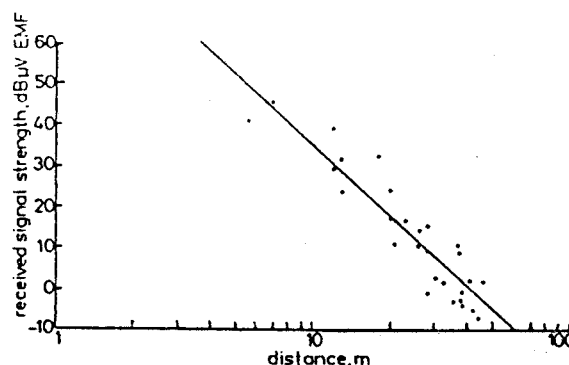
dimana : m = gradient (tabel 5-4)

V.5.2 HASIL PERENCANAAN

Dari perencanaan ini dapat diperoleh hasilnya sebagai berikut :

- level sinyal yang diterima. Dari perhitungan didapat untuk gedung konstruksi baja, kuat sinyal rata-rata 19.2 dB μ V EMF. Dalam gambar 5-11 ditunjukkan kuat sinyal untuk jarak maksimum 100 meter. Dari data karakteristik gedung untuk propagasi frekuensi 900 MHz diperoleh :

- Gradient = 5.72
- Korelasi = 0.92
- Daya sumber = 1 mW



GAMBAR 5-11²⁷⁾

KURVA KUAT SINYAL YANG DITERIMA TERHADAP JARAK

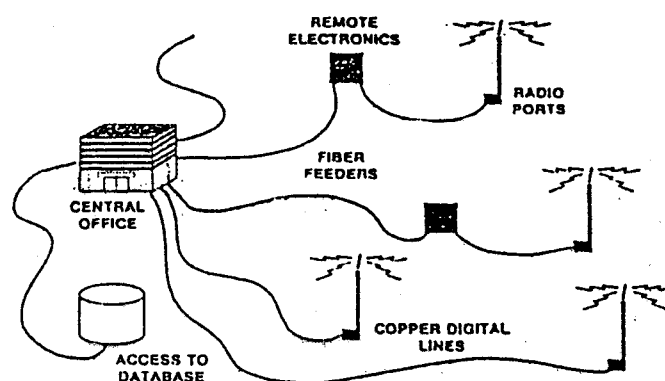
²⁷⁾ S.E. Alexander, Op Cit, Hal 914.

V.6 PERENCANAAN SISTEM UNTUK TAHUN YANG AKAN DATANG

Prospek perkembangan selanjutnya adalah penerapan sistem ISDN untuk Cordless Telephone sistem. Dalam hal ini sistem bukan hanya digunakan untuk CT saja, tetapi dapat digunakan untuk telepon radio lain (Universal Digital Portable Communications) misalnya radio paging, Automatic Call Forwarding, dan lain-lain. Sistem tersebut menggunakan jaringan telepon yang sudah ada untuk menghubungkan pelanggan satu dengan yang lain. Pada jaringan telepon, saluran telepon dari kantor sentral dikelompokkan dalam kabel (fiber glass) atau dimultiplex untuk disalurkan ke base station. Base Station (Fixed Set) tersebut mempunyai jarak terhadap portable set kira-kira 300-500 meter. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5-12 dan gambar 5-13. Peralatan fixed radio harus dikonfigurasi ke efisiensi penggunaan ulang frekuensi radio dan harus dikontrol oleh suatu call by call basis untuk menekan interferensi cochannel.

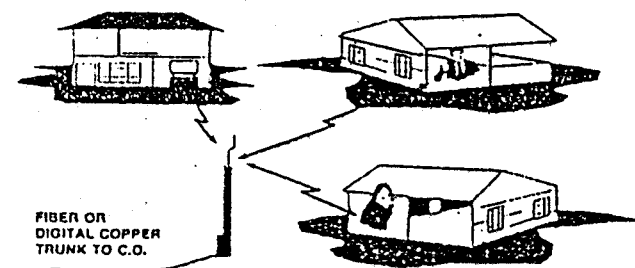
V.6.1 TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS RADIO LINK

Sistem yang telah disebutkan di atas menggunakan teknik TDMA radio link antara Fixed Set dan Portable set. Satu Fixed Set dapat digunakan untuk beberapa Portable Set. Fixed set dihubungkan ke kantor sentral melalui kabel fiber optic, karena bandwidth yang lebih lebar dari kabel lain seperti koaxial.

GAMBAR 5-12²⁸⁾

PERALATAN FIXED RADIO
UNTUK DIGITAL PORTABLE COMMUNICATIONS

TOMORROW'S RADIO DISTRIBUTION
(RESIDENTIAL)

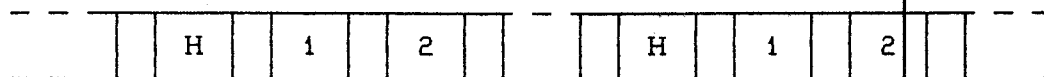
GAMBAR 5-13²⁹⁾

BEBERAPA PEMAKAI KOMUNIKASI RADIO YANG DIHUBUNGAN
KE KANTOR SENTRAL

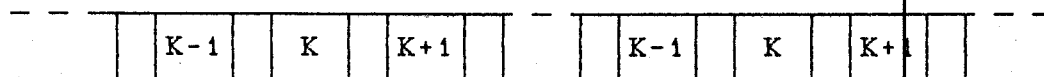
²⁸⁾ Donal C. Cox, Hamilton W. Arnold, Philip T. Porter, "Universal Digital Portable Communications", IEEE journal on selected areas in communications, Vol .SAC-5, No 5, hal 764, June 1987.

²⁹⁾ Ibid, hal 766.

Transmisi dari Fixed Set ke Portable Set yang menggunakan teknik TDM mempunyai kecepatan bit stream. Hal ini dapat ditunjukkan dalam gambar 5-14, dimana H menunjukkan bit (TDM frame header). Sedangkan jumlah time slot menunjukkan blok dari fixed rate bit stream. Dalam satu blok mempunyai harga rata-rata bit rate 4 atau 8 kbit/s.



a) TIME DIVISION MULTIPLEX : PORT TO PORTABLES ON CHANNEL F1



b) TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS : PORTABLES TO PORT ON CHANNEL F2

GAMBAR 5-14

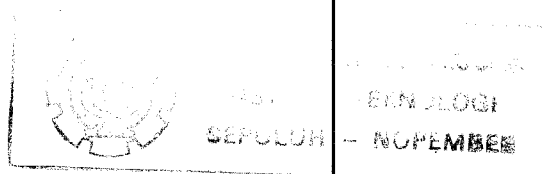
TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS RADIO LINK

Untuk sistem Time Division Multiple Access, transmisi dari portable set ke base station merupakan unit deretan waktu dan sinkronisasi frekuensi. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 5-11b. Dalam gambar tersebut K menyatakan offset suatu integer dari jumlah time slot, dan offset tersebut digunakan pada portable set untuk

mengirimkan dan menerima secara bersama-sama (tanpa diplexer). Selanjutnya harga rata-rata minimum bit rate akan dikuantisasi, dan portable set mengirimkan multiple kecepatan minimum dengan menggunakan lebih dari satu time slot menuju base (port). Walaupun kecepatan transmisi pada link radio adalah konstan, namun kecepatan portable set pemakai akan disesuaikan dengan multiple blok terhadap waktu transmisi.

Untuk meminimisasi delay transmisi suara dan merubah ke dalam kanal radio diantara frame TDMA, maka harus menjaga periode frame yang kecil. Selain itu, ekstra bit diperlukan dalam setiap frame untuk sinkronisasi, signaling, kontrol kanal, dan dead time yang diperlukan diantara blok untuk menjaga overlap transmisi dari portable set yang berbeda. Overlap ini disebabkan oleh delay lintasan propagasi atau TDMA yang tidak sinkron. Maka dari itu, frame seharusnya dibuat besar dengan range 10-20 ms, sedangkan harga rata-rata bit rate 8 kbit/s yang dapat menghasilkan kira-kira 100 sampai 150 bit informasi dalam suatu blok.

Kecepatan maksimum transmisi untuk setiap portable set pada link radio akan dibatasi oleh maksimum spread dalam time delay yang terjadi pada multiple lintasan propagasi akibat pantulan maupun penghamburan oleh dinding. Untuk 4 level digital phase modulasi (QPSK), maksimum bit rate dapat mencapai 300-400 kbit/s yang dapat



ditransmisikan tanpa adaptive equalization di dalam gedung. Pada sistem ISDN kecepatan informasi yang dikirimkan lebih dari 144 atau 288 kbit/s dengan menggunakan beberapa time slot. Sedangkan lebar kanal radio kira-kira 125 atau 250 KHz dengan spasi kanal 150 atau 300 KHz.

Sistem TDM dengan power yang rendah dan antena yang rendah pula merupakan perencanaan sistem yang lebih ekonomis. Bila dibandingkan dengan metoda konvensional maka sistem TDM memiliki kelebihan antara lain :

- Fixed station transceiver lebih sedikit
- Channel synthesizer lebih sederhana dan lebih cepat (pada portable set)
- Intermodulasi lebih sedikit
- Tidak ada pengiriman maupun penerimaan secara serentak pada unit portable, sehingga tanpa diplexer
- Perawatannya lebih mudah

Efisiensi jumlah trunk akan menjadi kenyataan dengan menggunakan sistem multiple kanal. Maka dari itu, pemakai kanal yang lebih sedikit dan peralatan fixed radio yang sedikit akan diperlukan oleh port dari pada pemasangan Cordless Telephone yang menggunakan satu fixed set untuk satu portable set.

BAB VI

PENUTUP

VI.1 KESIMPULAN

Secara garis besar, perencanaan sistem Cordless Telephone digunakan di dalam ruang, seperti di rumah, kantor, instansi, gedung dan lain lain. Sistem Cordless Telephone memiliki dua bagian yaitu Fixed Set (FS) dan Portable Set (PS). Masing-masing dari FS dan PS mempunyai unit transmitter dan receiver. Fixed Set dihubungkan ke saluran pelanggan, sedangkan Portable Set terpisah oleh udara dan dapat dipindahkan sesuai kehendak pelanggan. Radius antara FS dan PS kira-kira 50 meter sampai 200 meter tergantung dengan daya pancar dari transmitter. Jarak komunikasi antara FS dan PS adalah relatif, karena tergantung dari lingkungan CT diletakkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya sinyal yang diterima adalah peralatan-peralatan yang ada di dalam ruang, seperti almari besi, filling cabinet, atau benda logam yang menghalangi sinyal.

Timbulnya fading dan interferensi merupakan masalah yang dominan dan sangat mempengaruhi sinyal pada sisi penerima. Fading adalah lintasan ganda yang diakibatkan

oleh pantulan (refleksi), penghamburan (difraksi) dan pembiasan (refraksi) benda yang ada di sekitar CT. Sedangkan interferensi adalah gabungan sinyal dari Cordless Telephone lain pada kanal yang sama, sehingga sinyal yang diinginkan seolah-olah hilang.

Konsep sistem yang diterapkan pada Cordless Telephone dan STKB cellular pada dasarnya adalah sama. Keduanya merupakan radio telepon dan menggunakan frekuensi untuk matching antara base station dan portable set. Perbedaan antara sistem Cordless Telephone dengan sistem telepon kendaraan bermotor cellular, terletak pada sistem perencanaan yang digunakan. Sistem Cordless Telephone dirancang untuk digunakan di dalam rumah dan dalam radius yang relatif pendek, sedangkan STKB cellular dirancang di luar ruang dengan radius yang lebih jauh.

Penggandaan Cordless Telephone dapat digunakan teknik kontrol desentralisasi, multi channel access dan multi channel zone access. Teknik multi channel akan lebih sempurna bila ditambahkan teknik Dynamic Channel Allocation (DCA) yang sangat penting untuk penampilan sistem, karena sistem ini selalu menggunakan kanal dengan interferensi minimum. Teknik lain yang dapat digunakan untuk menambah kapasitas pemakai adalah teknik microcellular. Teknik ini dapat mencapai 60.000 Cordless Telephone per km² untuk kerapatan yang tinggi (tabel 5-3).

Prospek perkembangan Cordless Telephone dalam

menghadapi sistem Integrated Service Digital Network (ISDN), direncanakan untuk membangun suatu base station yang dihubungkan ke kantor sentral melalui kabel serat optik. Base Station ini akan digunakan secara universal oleh komunikasi bergerak dengan menggunakan sistem digital (Digital Portable Communications), seperti radio paging atau radio telepon lain.

VI.2 SARAN

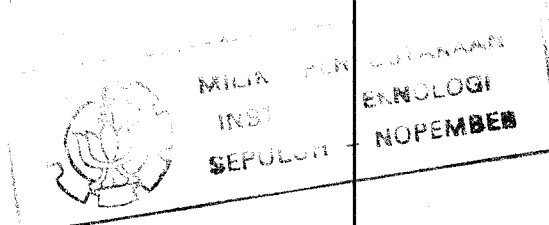
Peningkatan Sistem Cordless Telephone dari tahun ke tahun semakin canggih. Diharapkan pada tahun yang akan datang sistem ini lebih sempurna dari tahun sebelumnya. Harapan itu meliputi :

- Dapat mengatasi segala gangguan dan noise secara otomatis, baik fading, interferensi ataupun noise ambient.
- Bentuk Portable Set dirancang lebih kecil dan mudah dibawa.
- Dapat berkomunikasi antara Fixed Set dan Portabel Set dalam satu sistem Cordless Telephone itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alexander S.E., Radio Propagation Within Buildings At 900 MHz, Electronics Letters, Vol 18, No 21, October 1982.
2. Al-Salihi F.A, Dynamic Channel Allocation Schemes For Cordless Telephones, Electronics Letters, Vol 21, No 10, May 1985.
3. Andrew J. Motley, Advanced Cordless Telecommunications Service, IEEE Journal On Selected Areas In Communications, Vol SAC-5, No 5, June 1987.
4. Boumaour M, F. Van de Wiele, Characterising Buildings For Propagation At 900 MHz, Electronics Letters, Vol 19, No 20, September 1983.
5. Devasirvatham D.M. J, Time Delay Spread Measurements Of Wideband Radio Signals Within a Building, Electronics Letters, Vol 20, No 23, November 1984.
6. Donald C. Cox, Roy R. Murray, Hamilton W. Arnold, A. William Norris, Marvin F. Wazowicz, Cross-Polarization Coupling Measured For 800 MHz Radio Transmission In and Around Houses and Large Buildings, IEEE Transaction On Antennas And Propagation, Vol. AP-34, No 1, January 1986.

7. Donal C. Cox, Roy R. Murray, A.W. Norris, Antenna Height Dependence Of 800 MHz Attenuation Measured In Houses, IEEE Transactions On Vehicular Technology, Vol. VT-24, No 2, May 1985.
8. Donal C. Cox, Universal Portable Radio Communications, Vol. VT-34, No 3, August 1985.
9. Donal C. Cox, Hamilton W. Arnold, Philip T. Porter, Universal Digital Portable Communications A System Perspective, IEEE Journal On Selected Areas In Communications, Vol. SAC-5, Nol 5, June 1987.
10. Farr R.E, Telecommunications Traffic, Tariffs And Costs, An Inroduction For Manager, 1988.
11. Ito S, Y. Matuzaka, 800 MHz Band Mobile Telephone System overview, IEEE Transaction On Vehicular Technology, Vol VT-27, No 4, November 1978.
12. Jakes W.C, Jr. Ed, Microwave Mobile Communications, New York , Wiley, 1974.
13. Jay E. Padgett, Channel Requirements For a Cordless Telephone Spectrum Allocation, IEEE Journal On Selected Areas In Communications, Vol SAC-5, No 5, June 1987.
14. Kiyoyuki Tsujimura, Moriji Kuwabara, Cordless Telephone System and Its Propagation Characteristics, IEEE

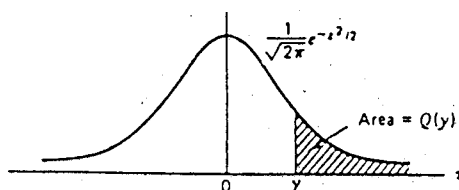


- Transactions On Vehicular technology, Vol. VT-26, No 4, November 1977.
15. Mac Donald V.H, The Cellular Concept, Bell System Technical Journal, Vol 58, No 1, January 1979.
 16. Mitsuru Komura, Hisanori Shiroie, Cordless Telephone System, Japan Telecommunications Review, Vol 15, No 4, October 1973.
 17. Mitsuru Komura, Tadatoshi Hagihira, Kiyoyuki Tsujimura, New Cordless Telephone System, Japan Telecommunications Review, Vol 19, No 4, January 1977.
 18. Mitsuru Komura, Takashi Miyagawa, Yuji Suzuki, Joji Uehara, Subscriber Radio Telephone System For Rural Areas, Japan Telecommunication Review, April 1976.
 19. Papoulis A, Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, New York, McGraw-Hill, 1965.
 20. Toru Uehara, Kohei Nishino, Genji Noguchi, Wireless Telephone System at Expo'70, Japan Telecommunications Review, 1970.
 21. William C.Y. Lee, Mobile Communications Engineering, New York : McGraw-Hill, 1982.
 22. _____, Technical and Operating Characteristics Of Cordless Telephones, CCIR Green Book, Report 1025, 1986.

LAMPIRAN A

GAUSSIAN PROBABILITIES

- (1) $P(X > \mu_x + y\sigma_x) = Q(y) = \int_y^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz$
- (2) $Q(0) = \frac{1}{2}$; $Q(-y) = 1 - Q(y)$, when $y \geq 0$
- (3) $Q(y) \approx \frac{1}{y\sqrt{2\pi}} e^{-y^2/2}$ when $y \gg 1$ (approximation may be used for $y > 4$)
- (4) $\text{erfc}(y) \triangleq \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_y^{\infty} e^{-z^2} dz = 2Q(\sqrt{2}y)$, $y > 0$.



Gaussian probabilities.

y	Q(y)	y	Q(y)	y	Q(y)
.05	.4801	1.05	.1469	2.10	.0179
.10	.4602	1.10	.1357	2.20	.0139
.15	.4405	1.15	.1251	2.30	.0107
.20	.4207	1.20	.1151	2.40	.0082
.25	.4013	1.25	.1056	2.50	.0062
.30	.3821	1.30	.0968	2.60	.0047
.35	.3632	1.35	.0885	2.70	.0035
.40	.3446	1.40	.0808	2.80	.0026
.45	.3264	1.45	.0735	2.90	.0019
.50	.3085	1.50	.0668	3.00	.0013
.55	.2912	1.55	.0606	3.10	.0010
.60	.2743	1.60	.0548	3.20	.00069
.65	.2578	1.65	.0495	3.30	.00048
.70	.2420	1.70	.0446	3.40	.00034
.75	.2266	1.75	.0401	3.50	.00023
.80	.2119	1.80	.0359	3.60	.00016
.85	.1977	1.85	.0322	3.70	.00010
.90	.1841	1.90	.0287	3.80	.00007
.95	.1711	1.95	.0256	3.90	.00005
1.00	.1587	2.00	.0228	4.00	.00003

Q(y)	y
10^{-3}	3.10
$\frac{10^{-3}}{2}$	3.28
10^{-4}	3.70
$\frac{10^{-4}}{2}$	3.90
10^{-5}	4.27
10^{-6}	4.78

LAMPIRAN B

FULL-AVAILABILITY TRAFFIC

TABLE FOR VARIOUS GRADES OF SERVICES

Trunks	Grade of Service 1 in 1000		Grade of Service 1 in 500		Grade of Service 1 in 200		Grade of Service 1 in 100		Grade of Service 1 in 50		Grade of Service 1 in 20	
	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU
1	0.04	0.001	0.07	0.002	0.2	0.005	0.4	0.01	0.7	0.02	1.8	0.05
2	1.8	0.05	2.5	0.07	4	0.11	5.4	0.15	7.9	0.22	14	0.38
3	6.8	0.19	9	0.25	13	0.35	17	0.46	22	0.60	32	0.90
4	16	0.44	19	0.53	25	0.70	31	0.87	39	1.09	55	1.52
5	27	0.76	32	0.90	41	1.13	49	1.36	60	1.66	80	2.22
6	41	1.15	48	1.33	58	1.62	69	1.91	82	2.28	107	2.96
7	57	1.58	65	1.80	78	2.16	90	2.50	106	2.94	135	3.74
8	74	2.05	83	2.31	98	2.73	113	3.13	131	3.63	163	4.54
9	92	2.56	103	2.85	120	3.33	136	3.78	156	4.34	193	5.37
10	111	3.09	123	3.43	143	3.96	161	4.46	183	5.08	224	6.22
11	131	3.65	145	4.02	166	4.61	186	5.16	210	5.84	255	7.08
12	152	4.23	167	4.64	190	5.28	212	5.88	238	6.62	286	7.95
13	174	4.83	190	5.27	215	5.96	238	6.61	267	7.41	318	8.83
14	196	5.45	213	5.92	240	6.66	265	7.35	295	8.20	350	9.73
15	219	6.08	237	6.58	266	7.38	292	8.11	324	9.01	383	10.63
16	242	6.72	261	7.26	292	8.10	319	8.87	354	9.83	415	11.54
17	266	7.38	286	7.95	318	8.83	347	9.65	384	10.66	449	12.46
18	290	8.05	311	8.64	345	9.58	376	10.44	414	11.49	482	13.38
19	314	8.72	337	9.33	372	10.33	404	11.23	444	12.33	515	14.31
20	339	9.41	363	10.07	399	11.09	433	12.03	474	13.18	549	15.25
21	364	10.11	388	10.79	427	11.86	462	12.84	505	14.04	583	16.19
22	389	10.81	415	11.53	455	12.63	491	13.65	536	14.90	617	17.13
23	415	11.52	442	12.27	483	13.42	521	14.47	567	15.76	651	18.08
24	441	12.24	468	13.01	511	14.20	550	15.29	599	16.63	685	19.03
25	467	12.97	495	13.76	540	15.00	580	16.12	630	17.50	720	19.99
26	493	13.70	523	14.52	569	15.80	611	16.96	662	18.38	754	20.94
27	520	14.44	550	15.28	598	16.60	641	17.80	693	19.26	788	21.90
28	546	15.18	578	16.05	627	17.41	671	18.64	725	20.15	823	22.87
29	573	15.93	606	16.83	656	18.22	702	19.49	757	21.04	858	23.83
30	600	16.68	634	17.61	685	19.03	732	20.34	789	21.93	893	24.80
31	628	17.44	662	18.39	715	19.85	763	21.19	822	22.83	928	25.77
32	655	18.20	690	19.18	744	20.68	794	22.05	854	23.73	963	26.73
33	683	18.97	719	19.97	774	21.51	825	22.91	887	24.63	998	27.72
34	711	19.74	747	20.76	804	22.34	856	23.77	919	25.53	1033	28.70
35	739	20.52	776	21.56	834	23.17	887	24.64	951	26.43	1068	29.68
36	767	21.30	805	22.36	864	24.01	918	25.51	984	27.34	1104	30.66
37	795	22.03	834	23.17	895	24.85	950	26.38	1017	28.25	1139	31.64
38	823	22.86	863	23.97	925	25.69	981	27.25	1050	29.17	1175	32.63
39	851	23.65	892	24.78	955	26.53	1013	28.13	1083	30.08	1210	33.61
40	880	24.44	922	25.60	986	27.38	1044	29.01	1116	31.00	1246	34.60
41	909	25.24	951	26.42	1016	28.23	1076	29.89	1149	31.92	1281	35.59
42	937	26.04	981	27.24	1047	29.08	1108	30.77	1182	32.84	1317	36.58
43	966	26.84	1010	28.06	1078	29.94	1140	31.66	1215	33.76	1353	37.57
44	995	27.64	1040	28.88	1109	30.80	1171	32.54	1248	34.68	1388	38.56
45	1024	28.45	1070	29.71	1140	31.66	1203	33.43	1282	35.61	1424	39.55
46	1053	29.26	1099	30.54	1171	32.52	1236	34.32	1315	36.53	1459	40.54
47	1083	30.07	1129	31.37	1202	33.38	1268	35.21	1349	37.46	1495	41.54
48	1111	30.88	1159	32.20	1233	34.25	1300	36.11	1382	38.39	1531	42.54
49	1141	31.69	1189	33.04	1264	35.11	1332	37.00	1415	39.32	1567	43.54
50	1170	32.51	1220	33.88	1295	35.98	1364	37.90	1449	40.25	1603	44.53

Franks	Grade of Service 1 in 1000		Grade of Service 1 in 500		Grade of Service 1 in 200		Grade of Service 1 in 100	
	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU
51	1290	33.33	1250	34.72	1327	36.85	1397	38.80
52	1229	34.15	1280	35.56	1358	37.72	1429	39.70
53	1259	34.98	1310	36.40	1390	38.60	1462	40.60
54	1289	35.80	1341	37.25	1421	39.47	1494	41.50
55	1319	36.63	1371	38.09	1453	40.35	1527	42.41
56	1349	37.46	1402	38.94	1484	41.23	1559	43.31
57	1378	38.29	1432	39.79	1516	42.11	1592	44.22
58	1408	39.12	1463	40.64	1548	42.99	1625	45.13
59	1439	39.96	1494	41.50	1579	43.87	1657	46.04
60	1468	40.79	1525	42.35	1611	44.76	1690	46.95
61	1499	41.63	1556	43.21	1643	45.64	1723	47.86
62	1529	42.47	1587	44.07	1675	46.53	1756	48.77
63	1559	43.31	1617	44.93	1707	47.42	1789	49.69
64	1590	44.16	1648	45.79	1739	48.31	1822	50.60
65	1620	45.00	1679	46.65	1771	49.20	1855	51.52
66	1650	45.84	1710	47.51	1803	50.09	1888	52.44
67	1681	46.69	1742	48.38	1835	50.98	1921	53.35
68	1711	47.54	1773	49.24	1867	51.87	1954	54.27
69	1742	48.39	1804	50.11	1900	52.77	1987	55.19
70	1773	49.24	1835	50.98	1932	53.66	2020	56.11
71	1803	50.09	1867	51.85	1964	54.56	2053	57.03
72	1834	50.94	1898	52.72	1996	55.45	2087	57.96
73	1865	51.80	1929	53.59	2029	56.35	2120	58.88
74	1895	52.65	1960	54.46	2061	57.25	2153	59.80
75	1926	53.51	1992	55.34	2093	58.15	2186	60.73
76	1957	54.37	2024	56.21	2126	59.05	2219	61.65
77	1988	55.23	2055	57.09	2159	59.96	2253	62.58
78	2019	56.09	2087	57.96	2191	60.86	2286	63.51
79	2050	56.95	2118	58.84	2223	61.76	2319	64.43
80	2081	57.81	2150	59.72	2256	62.67	2353	65.36
81	2112	58.67	2182	60.60	2289	63.57	2386	66.29
82	2143	59.54	2213	61.48	2321	64.48	2420	67.22
83	2174	60.40	2245	62.36	2354	65.38	2453	68.15
84	2206	61.27	2277	63.24	2386	66.29	2487	69.08
85	2237	62.14	2308	64.13	2419	67.20	2521	70.02
86	2268	63.00	2340	65.01	2452	68.11	2554	70.95
87	2299	63.87	2372	65.90	2485	69.02	2588	71.88
88	2330	64.74	2404	66.78	2517	69.93	2621	72.81
89	2362	65.61	2436	67.67	2550	70.84	2655	73.75
90	2393	66.48	2468	68.56	2583	71.76	2688	74.68
91	2425	67.36	2500	69.44	2616	72.67	2722	75.62
92	2456	68.23	2532	70.33	2650	73.58	2756	76.56
93	2488	69.10	2564	71.22	2682	74.49	2790	77.49
94	2519	69.98	2596	72.11	2715	75.41	2823	78.43
95	2551	70.85	2628	73.00	2748	76.32	2857	79.37
96	2582	71.73	2660	73.90	2781	77.24	2891	80.31
97	2614	72.61	2692	74.79	2814	78.16	2925	81.24
98	2645	73.48	2724	75.68	2847	79.07	2958	82.18
99	2677	74.36	2757	76.57	2880	79.99	2992	83.12
100	2709	75.24	2789	77.47	2913	80.91	3026	84.06

LAMPIRAN C**USULAN TUGAS AKHIR**

A. JUDUL : STUDI PENGKAJIAN SISTEM CORDLESS
TELEPHONE DAN PROSPEK PERKEMBANGANNYA

B. RUANG LINGKUP : - TEKNIK SWITCHING DAN TELEFONI
- SISTEM TRANSMISI TELEKOMUNIKASI
- SISTEM MODULASI

C. LATAR BELAKANG : Perkembangan teknologi dibidang telekomunikasi semakin meningkat dari tahun ke tahun. Telekomunikasi, khususnya telepon memegang peranan yang sangat penting hingga masa yang akan datang. Dengan menggunakan pesawat telepon, akan lebih praktis dan efisien yaitu penghematan biaya dan waktu.

Di dalam tugas ini, akan dibahas sistem Cordless Telephone yang menggunakan udara sebagai media transmisi. Timbulnya alat ini bermula dari telepon radio yang menginginkan penggunaannya di dalam rumah. Alat ini terdiri dari Fixed Set (FS) yang

dihubungkan ke saluran pelanggan (subscriber line) dan Portable Set (PS) yang mempunyai bentuk lebih kecil dan mudah dipindah pindahkan. Pada transmisi antara FS dan PS menggunakan band frekuensi VHF/UHF dan memiliki radius relatif rendah (50 m - 200 m).

Di dalam perkembangannya, timbul pemikiran untuk meningkatkan kapasitas pemakai dengan menggunakan teknik MCA dan microcellular. Di dalam transmisi radio antara Fixed Set dan Portable Set terdapat hambatan-hambatan yang sangat mempengaruhinya, antara lain : redaman udara, fading, dan interferensi. Jadi usaha untuk memperbaiki penampilan sistem tetap dilakukan guna mengatasi gangguan tersebut.

D. PENELAHAN STUDI : Sistem komunikasi telepon radio memiliki sisi pemancar dan penerima. Penampilan sistem dapat baik, jika gangguan (fading dan interferensi) pada sisi penerima dapat dihilangkan. Fading dan Interferensi dapat ditekan dengan melakukan perhitungan statis-

tik atau dengan model matematika.

Teknik saluran untuk sistem Cordless Telephone diklasifikasikan menjadi dua type, yaitu : Single Channel Access (SCA) dan Multi Channel Access (MCA). MCA ini mempunyai keuntungan dibanding dengan SCA yaitu efisiensi penggunaan spektrum. Teknik ini memiliki beberapa macam antara lain : Multi Channel Zone Access (MCZA) dan, Desentralisasi MCA. Sistem desentralisasi MCA menggunakan Radio Link Control Unit (RCU) yang memiliki tabel memory dari kode identitas PS dan nomor lokasi FS serta nomor subscriber line. RCU dapat membaca kode identitas PS dan nomor FS dari tabel memory serta dapat mengirimkannya kepada pelanggan yang diinginkan. Ketika panggilan masuk, RCU menghubungkan saluran FS ke Private Branch Exchange (PBX) tergantung kode PS dan nomor FS, sehingga komunikasi dapat berlangsung.

E. TUJUAN

: Memperoleh gambaran tentang sistem Cordless Telephone dan sistem komunikasi melalui fasilitas telepon.

- F. LANGKAH-LANGKAH :
- Studi literatur
 - Mengumpulkan data
 - Menganalisa dan melakukan perhitungan dengan data yang ada
 - Penulisan laporan

G. JADWAL KEGIATAN :

KEGIATAN	B U L A N					
	1	2	3	4	5	6
Studi literatur						
Pengumpulan data						
Analisa data						
Penulisan laporan						

- H. RELEVANSI : Diharapkan dengan adanya hasil dari studi ini dapat dikembangkan sistem komunikasi pada Cordless telephone serta dapat mengatasi kelemahan-kelemahan yang ada.

LAMPIRAN D

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada 12 Nopember 1966 di Kotamadya Surabaya, Propinsi Jawa Timur sebagai anak pertama dari tiga bersaudara.

Dari Ayah : Sugondo

Ibu : Sitti Aisjah.

RIWAYAT PENDIDIKAN :

1. Tahun 1972 : Taman Kanak-kanak Kurnia Sari di Surabaya.
2. Tahun 1979 : Lulus dari Sekolah Dasar Negeri 26 Surabaya.
3. Tahun 1982 : Lulus dari Sekolah Menengah Pertama Negeri XI Surabaya.
4. Tahun 1985 : Lulus dari Sekolah Menengah Atas Negeri VII Surabaya.
5. Tahun 1985 : Lulus Ujian Sipenmaru, dan diterima menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.